conduza a resultados longe da realidade. A zona útil que assim se delimita dependerá evidentemente do caso que se estuda.

B_2. Caso em que $\mu = 1$

Tomando neste caso (7')

$$x_0 - z(t) = (1 + kt)\, e^{-kt}$$

e derivando, obtem-se:

$$-\frac{dz}{dt} = -k e^{-kt}(1 + kt) + k e^{-kt}$$

$$(14) \qquad \frac{dz}{dt} = k^2 t\, e^{-kt}$$

Aplicando logaritmos:

$$\log \frac{dz}{dt} = 2 \log k + \log t - kt$$

ou ainda

$$(15) \qquad \log \frac{\frac{dz}{dt}}{t} = -kt + 2 \log k$$

Uma representação conveniente permite obter o valor de k.

Este método tem o inconveniente de obrigar a conhecer as tangentes à curva z (t) em cada ponto, o que neste caso se não pode fazer sem erros que podem atingir valores apreciáveis.

Conclusão

O estudo de qualquer sistema químico em reacção, com formação de mais do que um composto intermédio (obedecendo as reacções parciais a equações cinéticas de primeira ordem) é relativamente fácil de se fazer, visto tratar-se, do ponto de vista formal, da integração dum sistema diferencial do tipo

$$\frac{dx_1}{dt} = -{}_1k\, x_1$$

$$\frac{dx_2}{dt} = k_1 x_1 - k_2 x_2$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\frac{dx_{n-1}}{dt} = k_{n-2}\, x_{n-2} - k_{n-1}\, x_{n-1}$$

$$\frac{dx_n}{dt} = k_n\, x_{n-1}$$

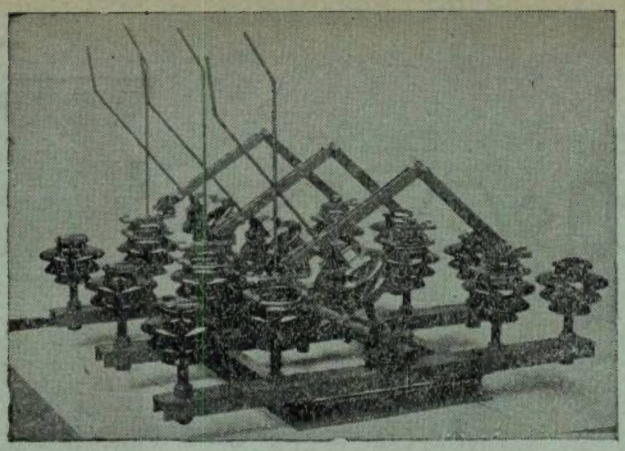
No entanto o cálculo das constantes torna-se muito difícil obrigando a suprimir as variações em ordem ao tempo de alguns compostos intermédios ou da sua totalidade, tudo dependendo do valor relativo das diversas constantes. Nesse caso fazem-se aproximações do tipo já considerado anteriormente e detectam-se as constantes que realmente regulam o fenómeno. A pesquisa destas constantes terá de ser efectuada ensaiando as diversas hipóteses possíveis em cada caso e será auxiliada por um profundo conhecimento químico do sistema em reacção.

Nota: O símbolo log refere-se sempre a logaritmos naturais.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à Sociedade Soda Póvoa a concessão duma bolsa para investigações que possibilitou a execução dos trabalhos que estão na origem do presente estudo e sem a qual a sua execução teria sido impossível.

MATERIAL DE ALTA TENSÃO

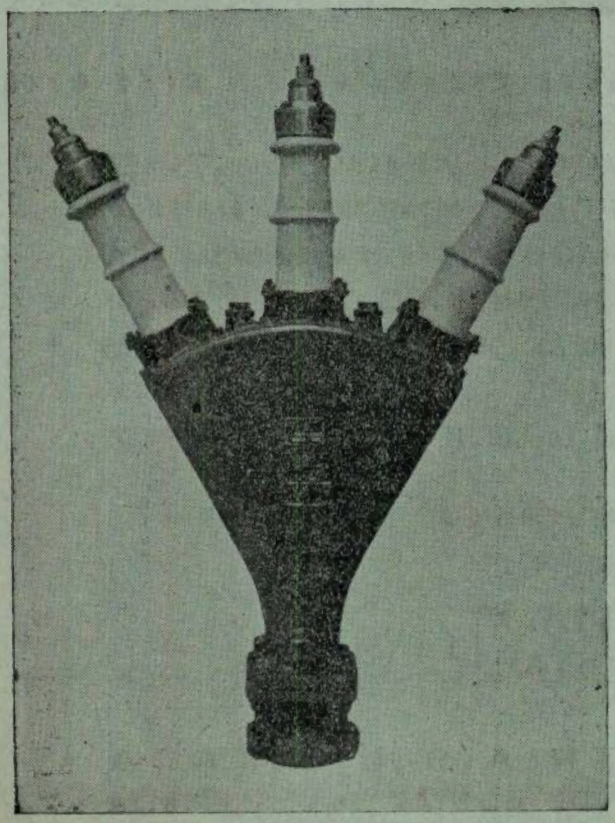


JAYME DA COSTA, L.DA

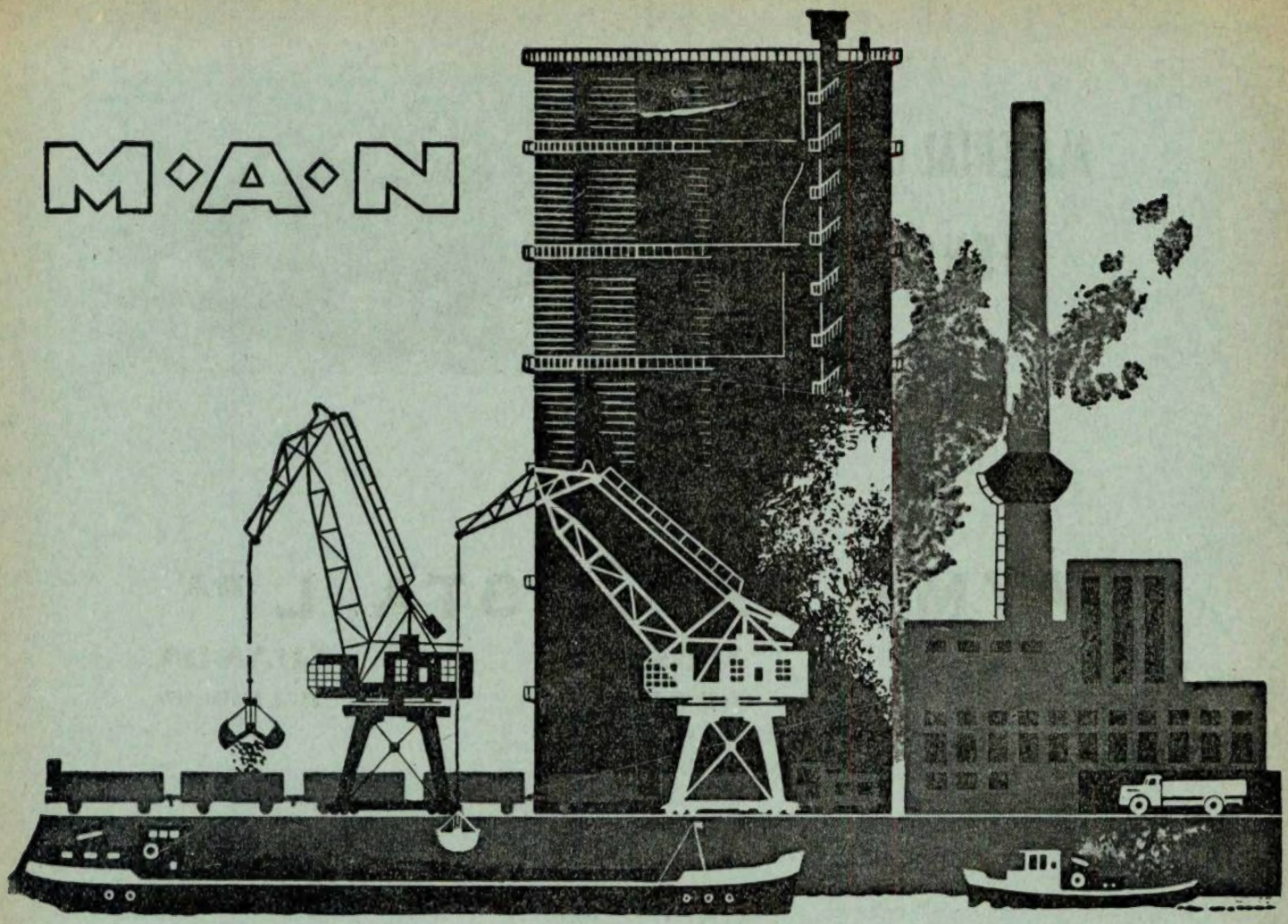
LISBOA
RUA DOS CORREEIROS, 14

PORTO
PRAÇA DA BATALHA, 12

LUANDA
CAIXA POSTAL 5174



ENTREGAS RÁPIDAS



MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NURNBERG A-G · WERK NURNBERG

INSTALAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ A VAPOR · INSTALAÇÕES DE FORÇA MOTRIZ A GÁS · GUINDASTES E TRANSPORTADORES · MATERIAL CIRCULANTE FERROVIÁRIO · MÁQUINAS PARA ENSAIOS DE MATERIAIS · INSTALAÇÕES DE CONDICIONAMENTO DE AR · PONTES DE AÇO · INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE AÇO · CONSTRUÇÕES METÁLICAS · BOMBAS · GASÓMETROS · CALDEIRAS A VAPOR CANALIZAÇÕES DE AÇO · MOTORES DIESEL TERRESTRES E MARÍTIMOS

REPRESENTAÇÃO GERAL PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

INDUMA

MÁQUINAS INDUSTRIAIS, LIMITADA
AVENIDA ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 88-3.º · LISBOA

C. D. U. 624.07:539.374

CÁLCULO À ROTURA DE ESTRUTURAS HETEROGÉNEAS ORTOTRÓPICAS

PELOS

Professor Dr. sc. techn., Dr. Eng. W. OLSZAK e
Dr. sc. techn., A. SAWCZUK, de Varsóvia

O assunto de que trata êste trabalho foi exposto nas conferências efectuadas pelo Prof. Olszak no Laboratório Nacional de Engenharia Civil em 30-10-957 e 31-10-957. O presente texto foi elaborado a partir do original inglês pelo Engenheiro João Maria Oliveira Martins.

I PARTE: PLACAS

SUMÁRIO:

1 — Noções Básicas
2 — Placas Circulares Ortotrópicas
3 — Placas Rectangulares Ortotrópicas
4 — Placas Nervuradas
5 — Cálculo à Rotura de Placas
6 — Pavimentos Fungiformes

1 — NOÇÕES BÁSICAS

1.1. Um número considerável de materiais que se empregam na construção de estruturas resistentes, é caracterizado por propriedades plásticas que variam de ponto para ponto e simultâneamente dependem da direcção considerada. Significa isso que estamos em presença de heterogeneidade e anisotropia plásticas.

Considere-se, por exemplo, uma estrutura metálica submetida à acção da temperatura, cujo gradiente é diferente de zero. Da variação da temperatura de ponto para ponto resulta uma distribuição não uniforme das propriedades plásticas do material; estas propriedades plásticas (e correspondentes módulos plásticos) variam com a posição do ponto em questão.

Outro exemplo de heterogeneidade plástica e ainda anisotropia é fornecido pelas peças e estruturas de betão armado. Neste caso, tendo em vista a distribuição da armadura em várias direcções, estamos em presença de uma estrutura de propriedades anisotrópicas. Se, ainda por cima, a percentagem da armadura varia de ponto para ponto, obtemos um exemplo de uma estrutura simultâneamente heterogénea e anisotrópica.

Na teoria dos corpos rígido-plásticos uma placa ou uma viga de altura variável pode também ser considerada como plàsticamente heterogénea mesmo que seja constituída por um material plàsticamente homogéneo, pois o seu momento de rotura varia de ponto para ponto.

Para tornar claro o assunto, será útil classificar na teoria da plasticidade anisotrópica e heterogénea, diferentes tipos de corpos de acordo com as propriedades mecânicas que os distinguem [um estudo detalhado destes problemas pode ver-se nas referências (13) e (14)].

Os corpos podem dividir-se em quatro grupos:

I — Corpos elástica e plàsticamente homogéneos.
II — Corpos elàsticamente homogéneos e plàsticamente heterogéneos.
III — Corpos elàsticamente heterogéneos e plàsticamente homogéneos.
IV — Corpos elástica e plàsticamente heterogéneos.

O último grupo é o mais geral e qualquer um dos outros pode dele ser obtido por sucessivas limitações na generalidade dos princípios básicos, até finalmente se chegar ao clássico modelo homogéneo cuja teoria elástica e plástica está hoje bem desenvolvida.

Do mesmo modo que na anisotropia elástica, introduziremos aqui a classificação que é usada na teoria da elasticidade; limitar-nos-emos ao

caso da anisotropia ortogonal, isto é, ao caso particular em que as direcções de anisotropia são ortogonais entre si. Exemplos típicos em engenharia, de estruturas plàsticamente ortotrópicas, são as realizadas em betão armado.

1.2. Interessar-nos-emos agora, pelo comportamento das estruturas plàsticamente heterogéneas sujeitas à acção de cargas, e em particular, pelo estado para o qual é máxima a capacidade de carga, ou seja, quando a estrutura não é capaz de suportar mais carga sem que ocorra a «cedência». Então, mediante uma certa intensidade das cargas externas, a estrutura deforma-se de uma maneira permanente e irreversível de que resulta a sua ruína.

Tendo presente o modelo rígido-plástico sem endurecimento por deformação, que é o modelo para o qual o aumento de deformação não é acompanhado dum aumento de esforços internos, podemos estabelecer que o estado de cedência é, sob o ponto de vista de utilidade prática, o seu estado limite. O valor da carga capaz de fazer atingir um tal estado é chamado «carga limite». O conhecimento da carga limite ou por outras palavras, da «carga de rotura» é de importância fundamental do ponto de vista da engenharia. Ele habilita-nos a avaliar (e a escolher) o coeficiente de segurança real da estrutura.

Os problemas acima citados são investigados na teoria do cálculo a rotura, no presente momento constituindo um ramo especial da teoria da plasticidade, baseando-se nos princípios básicos desta teoria e empregando simultâneamente alguns teoremas adicionais que dizem respeito exclusivamente à análise da capacidade de carga das estruturas. Distinguiremos dois teoremas principais.

O primeiro pode ser enunciado assim:

«Uma estrutura rígido-plástica não entra em ruína se o campo das tensões:

a) satisfaz as condições de equilíbrio interno;

b) do mesmo modo satisfaz as condições limites dadas (em tensões);

c) é tal que as tensões no todo contínuo não ultrapassam o limite de cedência.»

Isto significa por outras palavras que a rotura de uma estrutura rígido-plástica ideal não ocorre se puder ser estabelecido para tal estrutura, um campo de tensões internas estàticamente admissíveis e satisfazendo as condições limites. A carga capaz de realizar um tal campo de tensões estàticamente admissíveis não pode todavia exceder a intensidade real da carga de rotura.

O segundo teorema básico diz respeito à geometria e cinemática duma estrutura. Ele diz que:

«a rotura de uma estrutura, para dada solicitação não é possível se:

a) existir um campo de variações de deslocamentos geomètricamente admissível (na teoria de rotura plástica estão em causa variações de deslocamentos e não deslocamentos) e satisfazendo as condições de equilíbrio limite;

b) o aumento de trabalho das forças exteriores exceder, ou pelo menos igualar, o aumento de trabalho das forças interiores;

c) o campo de deformações satisfaz as condições de continuidade.

Isto significa que o deslocamento plástico num corpo rígido-plástico, deve ocorrer se existir a possibilidade de se estabelecer um campo estável de deslocamentos geomètricamente admissíveis. Então num corpo rigído-plástico o aparecimento da cedência tem como resultado a ruína da estrutura ou parte dela e a carga relacionada com este estado é pelo menos igual à carga real de rotura.

Como os acabamos de formular estes teoremas são óbvios; é relativamente fácil demonstrar a sua validade, usando as propriedades do produto escalar de dois vectores que neste caso são o «vector das tensões» e o «vector das deformações». (A este respeito vejam-se as referências [2 a], [19], [20] e [21]). Estes teoremas são também válidos para corpos heterogéneos pois nada se particularizou na sua formulação a respeito da homogeneidade. Podem demonstrar-se também para uma classe especial de corpos heterogéneos e anisotrópicos (ver por exemplo [15]).

1.3. Estes dois teoremas gerais tornam possível examinar ambos os estados limites por escolha ou do «método estático», procurando os campos de tensões internas estàticamente admissíves (também designada «aproximação estática») ou por escolha do «método cinemático» examinando o mecanismo de rotura geomètricamente admissível (também designado «aproximação cinemática»).

É evidente que a solução completa do problema da rotura plástica requere o cumprimento de ambos os postulados cinemático e estático. Dai resulta o carácter único da solução do pro-

blema da carga de rotura. Contudo, em muitos casos não é possível determinar a solução completa tendo em vista o facto das equações diferenciais que definem a rotura plástica não serem lineares. Todavia a «aproximação estática» leva-nos a avaliar os mais baixos limites da intensidade da carga de rotura P_s abaixo da qual não descerá a carga real de rotura.

Considerando o mecanismo cinemático da rotura da estrutura e utilizando o princípio dos trabalhos virtuais, compreendendo o postulado do equilíbrio limite do sistema como um todo, podemos obter os mais elevados valores da carga de rotura P_k.

Assim a carga de rotura real P que é a real capacidade de carga é limitada por:

$$P_s \leqslant P \leqslant P_k \tag{1.1}$$

A possibilidade de avaliar os limites da carga de rotura é um considerável trabalho de engenharia. É evidente que para o limite inferior pode ser tomado qualquer campo de forças internas obtido pela análise da estrutura como elástica e impondo por exemplo a condição do limite de cedência ser um ponto convenientemente escolhido. O limite superior pode ser obtido tendo em consideração o aspecto plástico de certas regiões pondo em evidência a rotura plástica da estrutura, na qual algumas partes permanecem rígidas. Do ponto de vista prático de engenharia este método é muito útil porque possibilita uma determinação relativamente rápida da intensidade da carga de rotura. Contudo é necessário ter presente que tal valor é o mais elevado daquela intensidade.

Quando conhecemos um dos valores do limite superior e um dos valores do limite inferior podemos (se não é possível a solução completa) avaliar de uma maneira mais realista, a capacidade de carga da estrutura do que se conhecessemos apenas um dos limites.

1.4. Em seguida serão discutidas algumas soluções dos problemas do cálculo à rotura de placas (parte I) e cascas (parte II) heterogéneas e ortotrópicas sujeitas à acção de cargas crescendo progressivamente.

As soluções são apresentadas principalmente para as publicações de investigação da Polónia, e algumas delas são expostas sob uma forma que possibilita a aplicação prática directa para engenheiros projectistas de estruturas.

Dever-se-á também notar que em alguns métodos contemporâneos de cálculo plástico de estruturas se notam algumas inconsistências. Uma delas é a circunstância da determinação das forças interiores em estruturas estàticamente indeterminadas ser baseada, em regra, no comportamento elástico da estrutura enquanto o dimensionamento é recomendado ou exigido em muitos países tendo por base o aspecto das deformações plásticas na secção considerada. Por outras palavras o dimensionamento é feito para o estado limite da secção.

Um processo coerente implica por um lado a determinação das forças interiores tendo por base a análise do estado limite da estrutura e por outro o dimensionamento das secções tendo em consideração também o seu estado limite.

2 — PLACAS CIRCULARES ORTOTRÓPICAS

2.1 Sob condições de carga e de suporte axialmente simétricas, as placas circulares constituem um grupo de problemas, dos quais a determinação da carga de rotura pode ser feita de uma maneira relativamente fácil; consiste a determinação exacta de ambos os limites, inferior e superior da carga de rotura, na construção de um campo de forças internas estàticamente admissíveis e de um campo de deslocamentos compatíveis (cf. [6] [25]).

Vamos considerar, por exemplo, uma placa circular, simplesmente apoiada ao longo da periferia de espessura 2h e raio R, carregada com uma carga uniforme p em toda a sua superfície. A estrutura da placa é considerada plàsticamente ortotrópica (ortotropia do tipo polar), os módulos plásticos na direcção da tangente e do raio são Q_φ e Q_r respectivamente, diferentes entre si e caracterizados pela relação:

$$\frac{Q_\varphi}{Q_r} = \frac{m_{o\varphi}}{m_{or}} = k \tag{2.1}$$

onde $m_{o\alpha} = Q_{i\alpha} h^2$ $(\alpha = r, \varphi)$ exprime o momento limite em flexão simples nas duas direcções de ortotropia.

Consideraremos que o material obedece à condição de cedência (cf. [25])

$$F_{ij} = 0$$

onde

(2.2) $F_i j = k_i \sigma_i - k_j \sigma_j - K \quad (i, j = 1, 2, 3 ; i \neq j)$

e, supõe-se existir a relação $Q_i = \frac{K}{k_i}$ entre a tensão de cedência em tracção K e as constantes k_i e k_j.

A representação gráfica da curva de cedência no plano dos momentos é dada pela fig. 1.

Se o estado de tensão relacionado com a existência dos esforços internos m_r m_φ atinge num ponto qualquer os lados do polígono de cedência, isso significa que o material passa ao estado plástico.

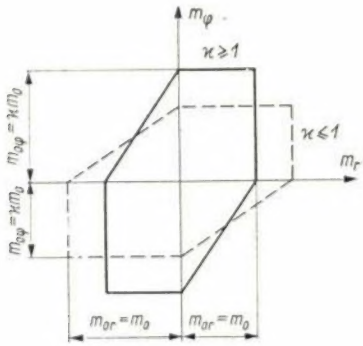


Fig. 1

Para a análise dos problemas em questão teremos de distinguir dois casos dependentes da relação k entre os módulos plásticos: o caso de $k \geqslant 1$ (para o qual a placa é capaz de suportar momentos tangentes maiores que momentos radiais) e o caso inverso $k < 1$; por considerações físicas demonstra-se que para o ponto $r = 0$ existem propriedades mecânicas singulares (o material pode ser considerado isotrópico nesse ponto).

Resolvendo, para $k \geqslant 1$ sistema de equações que dizem respeito às condições de equilíbrio $F(M_r M_\varphi T p) = 0$ e à condição de cedência (2.2) e tendo em consideração as condições limites sob a forma:

$$(2.3) \quad \begin{cases} m_r(0) = m_\varphi(0) = m_0 \\ m_r(R) = 0 \end{cases}$$

Obtemos a carga de rotura pela expressão:

$$(2.4) \quad p = \frac{2(k-1)\, m_0}{R^2} \; \frac{1}{\rho_0^2}$$

onde $\rho_0 = \frac{r_0}{R}$ determina o raio de círculo r_0 para o qual:

$$m_r = m_0$$
$$m_\varphi = k\, m_0$$

É este círculo que constitui a charneira plástica [cf. (25)].

Para placas carregadas em toda a sua superfície ρ_0 é determinado pela equação:

$$(2.5) \quad 2\rho_0^3 (k-1) - 3\rho_0 k + (k-1) = 0$$

A quantidade p dada pela equação (2.4) está relacionada com o momento de cedência estàticamente admissível expresso pelas equações:

$$(2.6) \quad 0 \leqslant r \leqslant r_0 \quad m_r \leqslant m_0$$
$$m_\varphi \leqslant m_0 + \frac{pR^2}{2}\rho^2$$

$$(2.7) \quad r_0 \leqslant r \leqslant R$$
$$m_r = \frac{pR^2}{6}\left(\frac{3k}{k-1}\rho_0^2 - \rho^2 - \frac{\rho_0^3}{\rho}\right)$$
$$m_\varphi = k\, m_0$$

A fig. 2 representa o diagrama dos momentos dados pelas equações (2.6) (2.7). Para comparação, a linha ponteada representa os momentos correspondentes ao caso da isotropia plástica.

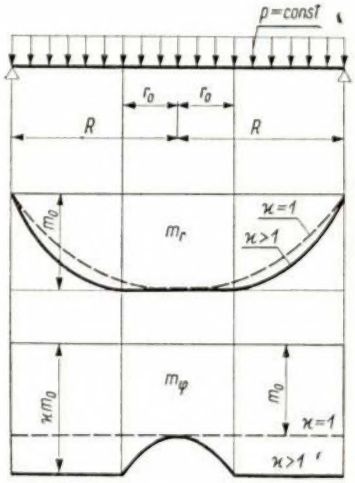


Fig. 2

2.2. As equações dos momentos, satisfazendo a condição de equilíbrio interno em cada ponto da placa estão todavia relacionadas com o valor mais baixo da carga de rotura. Se for possível encontrar para este campo de esforços interiores um campo de deslocamentos cinemàticamente admissível podemos também ter o valor mais elevado daquela carga; juntamente obtém-se a solução completa do problema.

Da curva de cedência (no nosso caso polígono de cedência) representando as condições de cedên-

cia, pode também determinar-se o mecanismo da rotura plástica. Uma vez que é possível a rotura plástica, o vector da variação do deslocamento em geral (cf. [20] e para a anisotropia [17]), no caso presente, curvaturas, é definido pelas componentes:

$$(2.8) \qquad \frac{\partial F}{\partial m_\varphi} = \mu V_\varphi \qquad \frac{\partial F}{\partial m_r} = \mu V_r$$

onde V_φ e V_r representam as curvaturas tangenciais e radiais.

Usando eixos ortogonais, $\frac{V_r}{V_\varphi} = \text{const.}$ conduz-nos, para $k > 1$ às condições:

$$(2.9) \qquad \frac{V_r}{V_\varphi} = \frac{d^2 w}{d r^2} : \frac{1}{r} \cdot \frac{d w}{d r} = \frac{1}{0} = \infty \qquad 0 \leqslant r \leqslant r_o$$

$$(2.10) \qquad \frac{V_r}{V_\varphi} = \frac{d^2 w}{d r^2} : \frac{1}{r} \cdot \frac{d w}{d r} = \frac{0}{k} = 0 \qquad r_o \leqslant r \leqslant R$$

Daqui teremos directamente, para as variações dos deslocamentos:

$$(2.11) \qquad w = w_o = \text{const.} \qquad 0 \leqslant r \leqslant r_o$$

$$(2.12) \qquad w = w_o \left(1 - \frac{r - r_o}{R - r_o}\right) \qquad r_o \leqslant r \leqslant R$$

O lugar geométrico das variações dos deslocamentos, cinemàticamente admissíveis constitui um tronco de cone onde a parte média é deslocada como um corpo rígido.

A fig. 3 mostra como as características do campo de deslocamentos dependem do coeficiente de ortotropia plástica k.

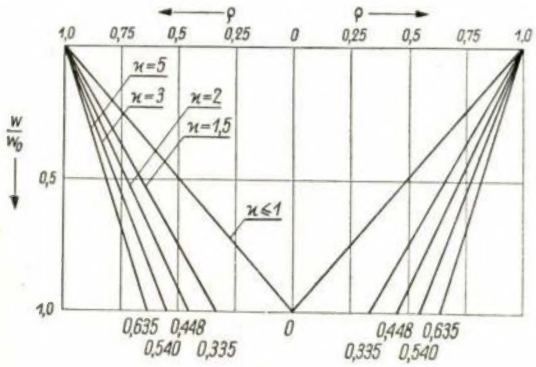


Fig. 3

2.3 Nos casos em que o valor do módulo plástico na direcção da tangente é menor que na direcção radial, isto é, se $k < 1$ (o ponto $r = 0$ é um ponto singular de anisotropia de características assinaladas) obtém-se para a carga de rotura

$$(2.13) \qquad p = \frac{6\, m_o\, k}{R^2}$$

e o campo de momentos é determinado pelas expressões

$$(2.14) \qquad m_\varphi = k\, m_o$$

$$m_r = k\, m_o - \frac{p\, r^2}{6}$$

O campo das variações dos deslocamentos cinemàticamente admissíveis é um cone; assim é idêntico ao das placas isotrópicas. Daqui a conclusão prática de que o projecto de placas circulares com momentos tangenciais de rotura menores que os momentos radiais não é justificado quando se pretenda um aumento de capacidade de carga por oposição ao caso de $k > 1$.

2.4. Para uma placa encastrada ao longo da sua periferia a expressão correspondente à intensidade de carga de rotura é:

$$(2.14) \qquad p = \frac{6\, m_o}{R^2} \; \frac{\rho_o - k\,\rho_o + k\,\rho_1}{\rho_1^3 - \rho_o^3}$$

onde ρ_o representa o raio adimensional, da parte da placa que sofre translacção rígida e ρ_1 é o raio de círculo adimensional ao longo do qual o momento radial se anula. Estes raios são dados pelas equações

$$(2.15) \qquad (\rho_1^3 - \rho_o^3)\,(k - 1) - 3\,\rho_o^2 \,(\rho_o - k\,\rho_o + k\,\rho_1) = 0$$

$$(2.16) \qquad (\rho_1^3 - \rho_o^3)\,(3 - k)\,(k - \rho_1^{k-1}) - 3\,(\rho_o - k\,\rho_o + k\,\rho_1)\,(k - 1)\,\rho_1^{k-3} = 0$$

Quando $1 \leqslant k \leqslant 2$ os valores correspondentes de ρ_o e ρ_1 estão limitados por (cf. [25]):

$$0 \leqslant \rho_o \leqslant 0{,}35\ R \qquad 0{,}72\ R \leqslant \rho_1 \leqslant R$$

A fig. 4 representa gràficamente a relação entre a carga de rotura e o coeficiente de ortotropia plástica k (quando a condição de cedência (2.2) é satisfeita) para os casos de uma placa simplesmente apoiada ou encastrada.

A linha tracejada representa a carga de rotura avaliada tendo por base a teoria das linhas de fractura (cf. [7] [3] [10] [12]); este é um exem-

plo de aproximação cinemática tendo em vista a obtenção do limite superior da carga de rotura (cf. [20]).

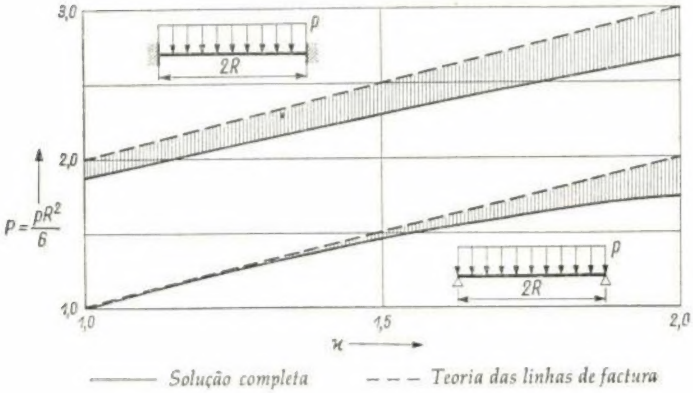


Fig. 4

3 — PLACAS RECTANGULARES ORTOTRÓPICAS

3.1. As soluções completas do problema da rotura de uma maneira análoga à tratada no capítulo 2, para placas rectangulares é muito difícil; isso resulta principalmente do carácter não linear das equações de derivadas parciais básicas. Todavia é proveitoso o uso dos teoremas fundamentais do cálculo à rotura, com o fim de determinar os limites entre os quais a carga de rotura pode estar compreendida.

O teorema básico da aproximação cinemática já discutido, faz uso do princípio pelo qual o valor do trabalho realizado pelas forças interiores num determinado campo de variações dos deslocamentos w (x,y) cinemàticamente admissível é pelo menos equilibrado pelo valor da dissipação da energia interna.

O incremento do trabalho produzido pelas forças exteriores pode ser escrito do seguinte modo:

$$L = \int_A p\, w\, d\, a \tag{3.1}$$

Por outro lado as forças interiores, para as variações dos deslocamentos realizados, apresentam uma variação de trabalho correspondente dado por:

(3.2)

$$D = \int_A (m_x V_x + m_y V_y + m_{xy} V_{xy})\, dA + \Sigma m_{oi}\, \varphi_i\, L_i$$

onde m_x m_y m_{xy} são os momentos correspondentes às variações de curvaturas V_y V_y V_{xy}.

Se existem linhas de descontinuidade, consequência do campo das variações dos deslocamentos, isto é, se há linhas de articulação plástica, teremos de ter em consideração as correspondentes variações de trabalho produzido pelas forças interiores ao longo destas linhas de descontinuidade.

Isto é expresso pelo segundo termo da equação (3.2) onde φ_i representa as correspondentes rotações e L_i as correspondentes extensões das linhas de descontinuidade.

Se admitirmos a realização de um campo de variação de tensões para o qual as curvaturas V_i são iguais a zero então só se mantém o segundo termo daquela equação e a intensidade da carga de rotura (constituindo um dos seus limites superiores) é determinada pela expressão:

$$p \leq \frac{\Sigma\, m_{oi}\, \varphi_i\, L_i}{\int_A w\, dA} \tag{3.3}$$

se considerarmos a placa carregada uniformemente.

3.2. Vamos ilustrar esta aproximação com o exemplo de uma placa rectangular uniformemente carregada e encastrada na sua periferia. Por generalidade vamos considerar que (cf. [12]) a placa é caracterizada por um tipo de ortotropia em folheto no qual os momentos limites são diferentes quando associados a momentos de flexão negativos ou positivos (de uma maneira análoga à isotropia em folheto [28]).

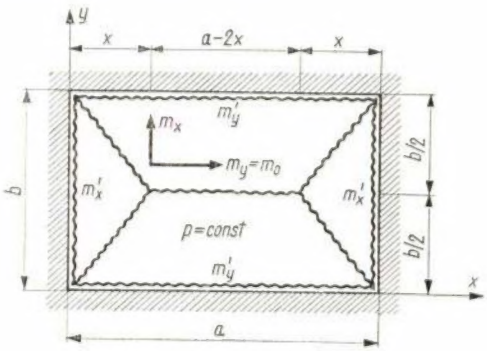


Fig. 5

Consideram-se válidas as relações seguintes (cf. [10]) entre os módulos plásticos de uma placa ortotrópica em folhetos representada na fig. 5.

$$(3.4) \quad \frac{m_{ox}}{m_{oy}} = \frac{m_x}{m_y} = k \qquad \frac{m'_y}{m_y} = \mu \qquad \frac{m'_x}{m_x}$$

Se de acordo com as condições limites, considerarmos o campo das variações dos deslocamentos com a forma de um «telhado invertido» com as «águas» planas, então $\frac{\partial^2 w}{\partial x_j \, \partial x_i} = 0$ e de (3.3) obtemos o valor da carga compatível com tal campo

$$(3.5) \quad p = \frac{12\, m_o}{b^2} \; \frac{(1+\mu)\, kb^2 + 2\,(1+\nu)\, ax}{2\,ax - 2\,x^2}$$

$$m_y = m_o$$

e

$$(3.8) \quad x = \frac{b}{2}\,\gamma \text{ quando } \sqrt{k} < \gamma$$

A fig. 6 (cf. [23]) representa os diagramas que permitem a determinação do limite superior da carga de rotura para placas com características de ortotropia determinadas pelas relações (3.4).

Simultâneamente eles podem também ser usados para a determinação dos momentos de rotura relativos àquele tipo de placas para uma dada carga de intensidade p.

Se fizermos $V = \mu = 0$ obtemos os resultados para placas simplesmente apoiadas. Para outros

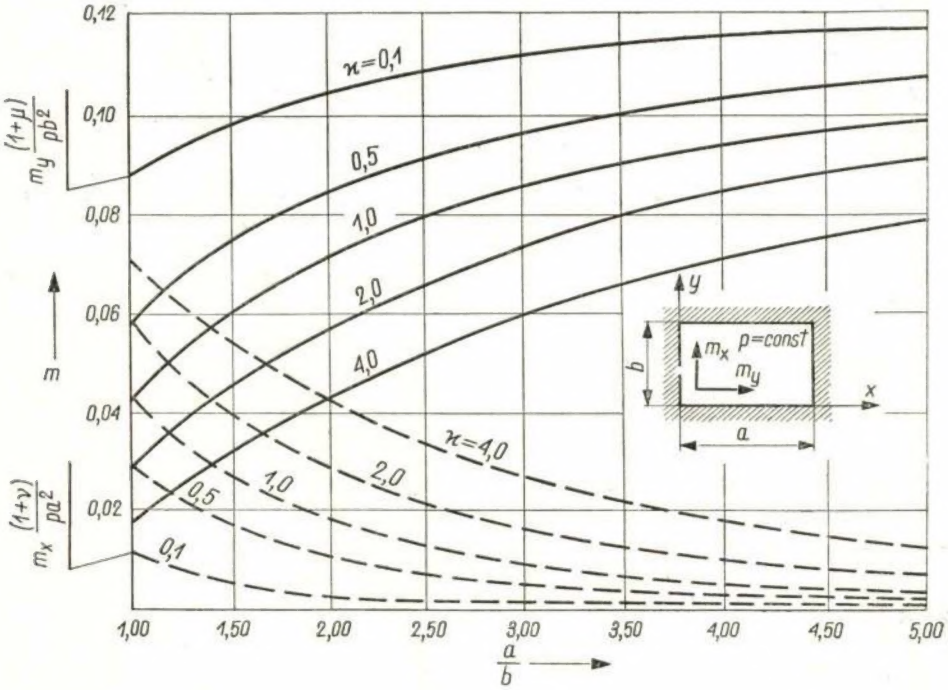


Fig. 6

Determinando em função do parâmetro x o valor da mais baixa carga possível obtemos:

$$(3.6) \quad p = \frac{24\, m_o}{b^2 \gamma}$$

onde:

$$(3.7) \quad \gamma = k \left[\sqrt{\frac{3\rho}{k}\,(\beta\rho)^2} - \beta\rho \right]$$

$$\rho = \frac{1+\mu}{1+\nu}$$

$$\beta = \frac{b}{a}$$

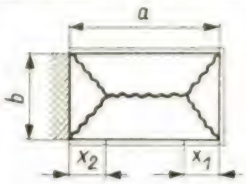
casos de condições limites (cf. [24]) as correspondentes expressões dos momentos de rotura são dados na tabela I.

Observe-se também que com a aproximação cinemática a capacidade de carga das placas contínuas, ortotrópicas em folheto depende da soma dos momentos limites a meio vão e sobre o apoio, (ver [10] [9]) não tendo importância a relação entre tais momentos limites, isto é se:

$$(3.9) \quad m + m' = \text{const.} \qquad 0 \leq \frac{m'}{m} \leq \infty$$

$$p = \text{const.}$$

$$\frac{m_x}{m_y} = \varkappa \qquad \frac{m'_x}{m_x} = \nu \qquad \frac{m'_y}{m_y} = \mu \qquad \frac{b}{a} = \beta$$

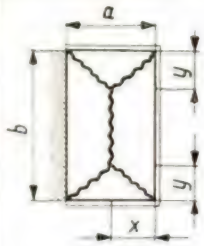


$$\beta < \frac{1}{(1+\sqrt{1+\nu})\sqrt{\varkappa}}$$

$$m_x = \frac{pb^2}{24}\gamma^2$$

$$\gamma = \varkappa z\left[\sqrt{\frac{3}{\varkappa z^2} + \beta^2} - \beta\right]$$

$$z = \frac{1+\sqrt{1+\nu}}{2} \qquad x_2 = x_1\sqrt{1+\nu}$$

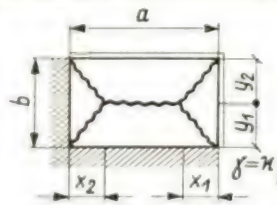


$$\beta > \frac{1}{(1+\sqrt{1+\nu})\sqrt{\varkappa}}$$

$$m_x = \frac{pa^2}{24}\gamma^2\varkappa$$

$$\gamma = \frac{1}{\varkappa z^2}\left[\sqrt{3\varkappa z^2 + \frac{1}{\beta^2}} - \frac{1}{\beta}\right]$$

$$x = \frac{a}{2}z \qquad z = \frac{1+\sqrt{1+\nu}}{2}$$



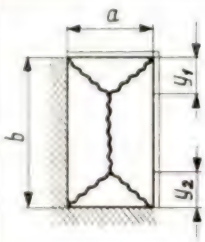
$$\beta < \frac{1+\sqrt{1+\mu}}{1+\sqrt{1+\nu}}\,\frac{1}{\sqrt{\varkappa}}$$

$$m_x = \frac{pb^2}{24}\gamma^2$$

$$\gamma = \varkappa\frac{2s}{w^2}\left[\sqrt{\frac{3w^2}{\varkappa s^2} + \beta^2} - \beta\right]$$

$$s = 1+\sqrt{1+\nu} \qquad w = 1+\sqrt{1+\mu}$$

$$y_2 = \frac{b}{1+\sqrt{1+\mu}} \qquad x_1 = \frac{b}{2}\gamma \qquad x_2 = \frac{b}{2}\gamma\sqrt{1+\nu}$$



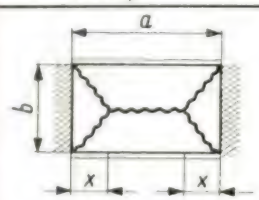
$$\beta > \frac{1+\sqrt{1+\mu}}{1+\sqrt{1+\nu}}\,\frac{1}{\sqrt{\varkappa}}$$

$$m_x = \frac{pb^2}{24}\frac{\gamma^2}{\varkappa}$$

$$\gamma = \varkappa\frac{2s}{w^2}\left[\sqrt{\frac{3w^2}{\varkappa s^2} + \beta^2} - \beta\right]$$

$$s = 1+\sqrt{1+\nu}$$

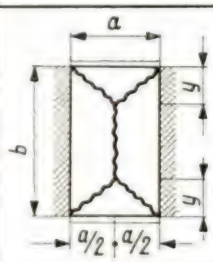
$$w = 1+\sqrt{1+\mu} \qquad y_1 = \frac{a}{2}\gamma \qquad y_2 = \frac{a}{2}\gamma\sqrt{1+\nu}$$



$$\beta < \frac{1}{\sqrt{\varkappa(1+\nu)}}$$

$$m_x = \frac{pb^2}{24}\frac{\gamma^2}{1+\nu}$$

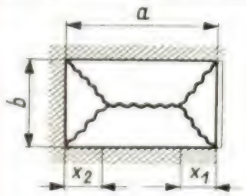
$$\gamma = \varkappa(1+\nu)\left[\sqrt{\frac{3}{\varkappa(1+\nu)} + \beta^2} - \beta\right] \qquad x = \frac{b}{2}\gamma$$



$$\beta > \frac{1}{\sqrt{\varkappa(1+\nu)}}$$

$$m_x = \frac{pa^2}{24}\gamma^2\varkappa$$

$$\gamma = \frac{1}{\varkappa(1+\nu)}\left[\sqrt{3\varkappa(1+\nu) + \frac{1}{\beta^2}} - \frac{1}{\beta}\right] \qquad y = \frac{a}{b}\gamma$$

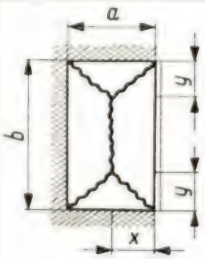


$$\beta < \frac{2\sqrt{1+\varkappa}}{(1+\sqrt{1+\nu})\sqrt{\varkappa}}$$

$$m_x = \frac{pb^2}{24}\gamma^2$$

$$\gamma = \frac{\varkappa z}{1+\mu}\left[\sqrt{\frac{3(1+\mu)}{\varkappa z^2} + \beta^2} - \beta\right]$$

$$x_1 = \frac{b}{2}\gamma \qquad z = \frac{1+\sqrt{1+\nu}}{2} \qquad x_2 = x_1\sqrt{1+\nu}$$



$$\beta > \frac{2\sqrt{1+\mu}}{(1+\sqrt{1+\nu})\sqrt{\varkappa}}$$

$$m_x = \frac{pa^2}{24}\frac{\gamma}{1+\mu}\varkappa$$

$$\gamma = \frac{1+\mu}{\varkappa z^2}\left[\sqrt{\frac{3\varkappa}{1+\mu}z^2 + \frac{1}{\beta^2}} - \frac{1}{\beta}\right]$$

$$y = \frac{a}{2}\gamma \qquad z = \frac{1+\sqrt{1+\nu}}{2} \qquad x = \frac{a}{2}z$$

Tabela I

3.3. Para placas ortotrópicas em folheto, simplesmente apoiadas, podemos encontrar um campo de forças interiores estàticamente admissíveis empregando a equação de equilíbrio:

$$\frac{\partial^2 m_x}{\partial x^2} + 2\frac{\partial^2 m_{xy}}{\partial x\,\partial y} + \frac{\partial^2 m_y}{\partial y^2} = p \tag{3.10}$$

e as correspondentes condições limites. É fácil verificar (cf. [27]) que os momentos:

$$m_x = k\,m_o\left(1 - 4\frac{x^2}{a^2}\right) \tag{3.11}$$

$$m_y = m_o\left(1 - 4\frac{y^2}{b^2}\right) \tag{3.12}$$

GRUPO ESCOLAR DE ALVALADE - LISBOA

impermeabilizações

FLINTKOTE

As Emulsões **Flintkote**, pela sua constituição e características bem definidas e absolutamente constantes, permitem resolver eficaz e econòmicamente, na construção civil, os casos correntes de impermeabilização. Os revestimentos hidrófugos obtidos com o emprego das Emulsões **Flintkote** apresentam, como características principais

- Longa duração, em virtude da sua notável resistência ao envelhecimento e imputrescibilidade dos seus componentes.
- Continuidade perfeita obtida pela sua fácil aplicação a frio.
- Permanecem plásticos sob as mais variadas condições climatéricas.
- Não escorrem sob a acção do calor nem fendem quando expostos a temperaturas extremamente baixas.
- Não contêm qualquer elemento inflamável e, portanto, não dão lugar a perigo de incêndio

GRUPO ESCOLAR DO RESTELO - LISBOA

CONSULTE A SECÇÃO DE BETUMES DA

SHELL PORTUGUESA, S. A. R. L.

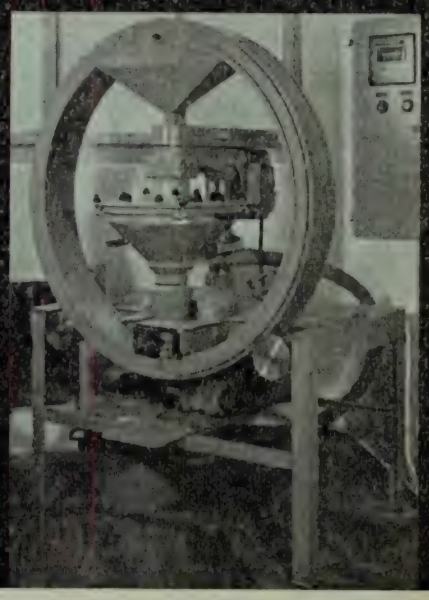
GRUPO ESCOLAR DO ALTO DOS MOINHOS - LISBOA

Os ensaios de abrasivos: fonte de economias

+GF+

Os abrasivos metálicos de todos os géneros abundam no mercado. Uma prova objectiva destes custosos produtos impõese para estabelecer se eles correspondem ao fim visado.

Prospectos detalhados da nova instalação +GF+ de ensaio de abrasivos será enviada sob pedido.



Georges Fischer Sociedade Anónima, Schaffhouse (Suiça)

Telescriptor: 52915 geofischer schf

Sociedade Comercial ROMAR Lda. Rua da Boavista, 83-1° D Lisboa

GM 1286/5

$$(3.13) \qquad m_{xy} = -\frac{4\nu m_0}{a\,b}\, x \,.\, y$$

satisfazem o postulado do equilíbrio interno (considerando a origem das coordenadas no centro da placa).

Para um tal campo de momentos estàticamente admissível a carga limite tem o valor:

$$(3.14) \qquad p = \frac{8\, m_0}{b^2}\,(k\,\beta^2 + \beta\,\nu + 1) \qquad \nu < k$$

onde m_0 representa o momento de flexão limite (unitário) com o seu vector dirigido ao longo do lado a da placa.

É conveniente notar que os limites, superior e inferior da carga obtidos pelas equações (3.6) e (3.14) são-no para casos relativamente importantes de placas ortotrópicas em folheto e proibitivos em relação a todos os outros. Para placas isotrópicas as diferenças não excedem 2 %.

3.4. Do ponto de vista de engenharia é importante para o projecto de placas ortotrópicas «em folheto» determinar o intervalo dos limites, dentro do qual elas são capazes de resistir a momentos negativos.

Se admitirmos que um vão está submetido a uma carga g e os vãos vizinhos carregados com $p > g$ então no vão carregado com g o «folheto» superior tem um deslocamento de valor ζ sendo ζ é dado pela equação

$$(3.15) \qquad 4\,\zeta^3 - 6\,\zeta^2 + \left(3 + 2\,\frac{p}{g}\,\eta\right)\zeta - \frac{p}{g}\,\eta = 0$$

onde:

$$(3.16) \qquad \eta = \frac{\gamma^2\,(\mu + k\,\nu\,\beta^2)}{4\,(1+\mu)\,k}$$

mantendo-se as notações com o significado anterior.

A fig. 7 dá os valores de ζ para determinado caso limite em que $\nu = \mu = 2$.

Para $\nu = \mu < 2$ o ζ correspondente será menor; no caso prático de uma placa simplesmente apoiada $\zeta = 0$.

3.5. Para placas ortotrópicas «em folheto» existe a possibilidade de usar uma transformação linear que reduz o problema ao de uma placa isotrópica (com as dimensões lineares transformadas em correspondência). Essa transformação é, com a aproximação cinemática particularmente útil para placas com lados curvos. Assim por exemplo no caso de uma placa elítica, ela pode ser transformada numa circular. Neste sistema auxiliar, o problema da carga de rotura pode ser resolvido e entretanto voltamos à forma elítica original (para tal conf. [11] [12]).

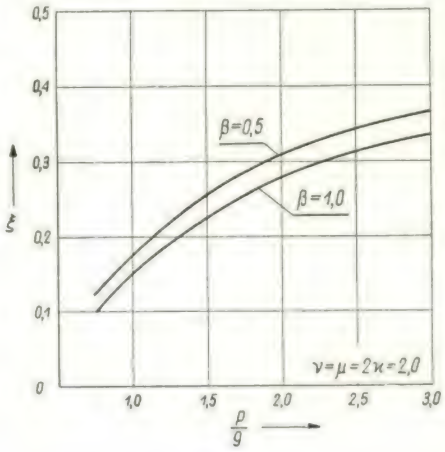


Fig. 7

4 — SISTEMAS DE PLACAS NERVURADAS

4.1. No caso de estruturas constituídas por vigas e placas não devemos fazer incidir a análise da capacidade de carga, sobre cada elemento em particular; por outras palavras não devemos separar a análise da carga de rotura para as placas e para as vigas que as suportam, mas é necessário analisar a passagem ao estado plástico do sistema considerado como um todo (cf. [29] [27]).

Esta questão será posta em relevo pelo exemplo de uma estrutura composta por uma placa quadrada (com o lado de comprimento a) e por 4 vigas de bordadura (nervuras) considerando-se a placa articulada ao longo das vigas. Supomos que estas vigas que ligações articuladas com os pilares; assim são incapazes de resistir a momentos negativos ou a momentos torsores.

Vamos designar os momentos limites de uma placa isotrópica por m_0 e os momentos limites das vigas por M.

No intuito de ter o mesmo coeficiente de segurança nas placas e vigas um parâmetro característico de decisivo significado será o seguinte:

$$(4.1) \qquad \varphi = \frac{M}{m\,a}$$

Dos diferentes modelos de mecanismo de rotura cinemàticamente admissíveis (parte dos quais se indicam na fig. 8) os realizados na prática dependem do parâmetro φ.

O postulado do mínimo limite superior é satisfeito pelos modelos a, b, c como se indica na fig. 8.

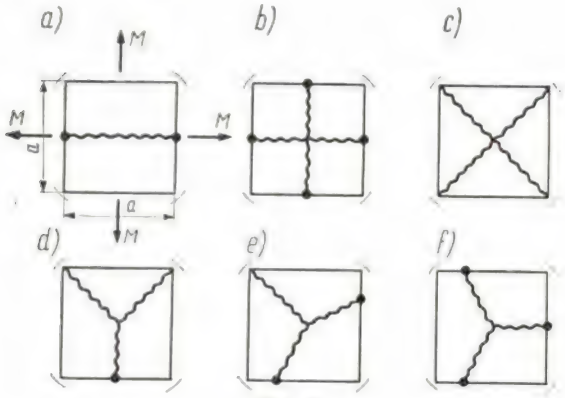


Fig. 8

A eles correspondem as seguintes cargas de rotura:

$$p_a = p_b = \frac{8\,m}{a^2}\,(1 + 2\,\varphi) \tag{4.2}$$

$$p_c = \frac{24\,m}{a^2} \tag{4.3}$$

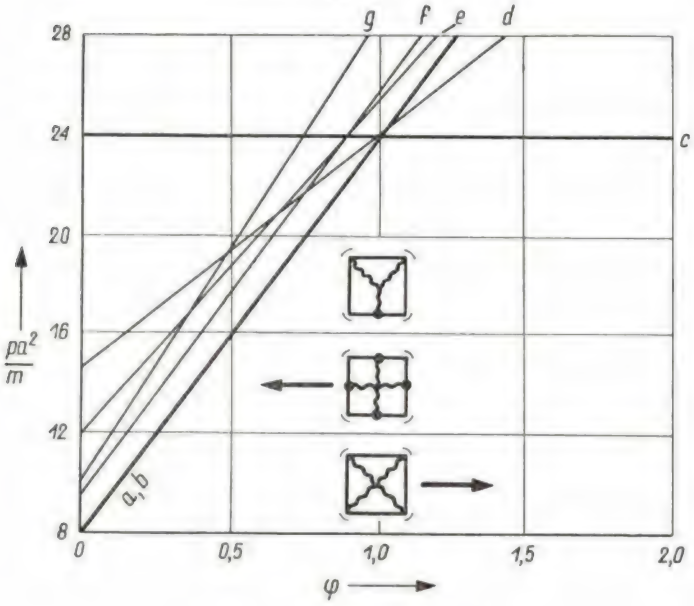


Fig. 9

A fig. 9 representa a capacidade de carga dum sistema de placas nervuradas dependente do parâmetro φ. Interessa-nos particularmente o caso em que as relações (4.2) e (4.3) dão o mesmo valor da carga porque isso corresponde a iguais limites da capacidade de carga das nervuras e da placa.

Se, todavia, a condição

$$\varphi = \frac{M}{m\,a} = 1 \tag{4.4}$$

é satisfeita, todos os elementos do sistema são caracterizados pelo mesmo coeficiente de segurança. Se $\varphi < 1$ a capacidade de carga da estrutura depende em primeiro lugar da placa que é destruída de início, conservando as vigas a sua capacidade de carga, consequência do seu menor trabalho.

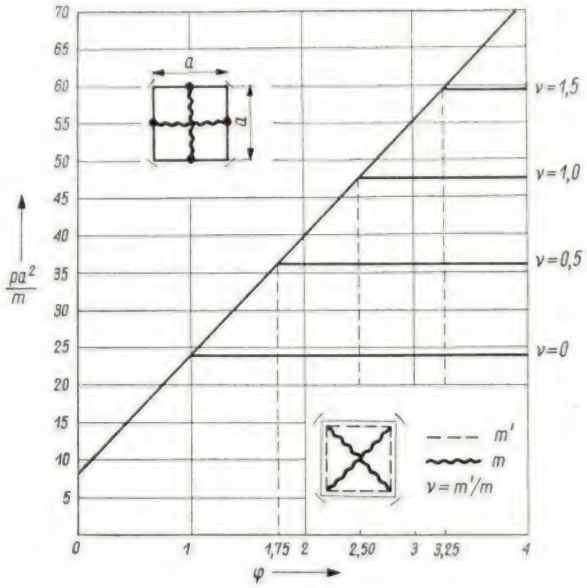


Fig. 10

4.2. Para placas encastradas nas nervuras o valor mais adequado do parâmetro φ depende das características em folheto da estrutura.

A fig. 10 ilustra este caso.

Neste caso o parâmetro φ é determinado pela expressão:

$$\varphi = 1 + 1{,}5\,\nu \tag{4.5}$$

4.3. Se quisermos avaliar um dos limites inferiores da capacidade de carga de um sistema de placas nervuradas rectangulares, considerando um campo de forças interiores estàticamente admissíveis, podemos usar a relação (3.14) do capítulo 3, a que determina a capacidade de

carga da placa. Usando as relações entre os momentos de flexão, os esforços cortantes e as reacções nos apoios da placa (equações de equilíbrio) obtemos de (3.11) , (3.13) as seguintes expressões para a carga das vigas:

$$(4.6) \qquad r_x = \frac{b\,b}{2} \; \frac{k\beta + \nu}{k\beta^2 + \beta\nu + 1}$$

$$(4.7) \qquad r_y = \frac{b\,b}{2} \; \frac{k\beta + 1}{k\beta^2 + \beta\nu + 1}$$

onde r_x e r_y representam as reacções da viga mais curta (de comprimento *b*) e da viga de comprimento *a*. O postulado da ocorrência simultânea do estado plástico na placa e nas vigas é expresso com a aproximação estática da maneira que se segue:

$$(4.8) \qquad \varphi = \frac{M_b}{m_o\, a} = \frac{\beta}{2}\,(k\beta + \nu)$$

enquanto os momentos limites das vigas perpendiculares podem ser expressos pela relação:

$$(4.9) \qquad \omega = \frac{M_a}{M_b} = \frac{k\beta + 1}{k\beta^2 + \nu\beta}$$

É fácil de ver que por isotropia as relações (4.8) e (4.9) conduzem aos mesmos resultados que as obtidas por considerações cinemáticas.

As considerações feitas sobre a capacidade de carga de estruturas constituídas por placas nervuradas foram desenvolvidas tendo em vista a necessidade de se considerar os estados limites do conjunto da estrutura, (não apenas o estado limite de cada um dos membros) se desejarmos ter um coeficiente de segurança da estrutura como um todo, bem avaliado.

5 — PROJECTO DE PLACAS PELO CÁLCULO À ROTURA

5.1. As relações usadas na teoria dos estados limites podem servir de base a um projecto mais racional de estruturas tipo placa.

Do ponto de vista de engenharia, esta possibilidade é particularmente interessante porque torna possível para um dado tipo de suporte, vão e parâmetros de carga o projecto de placas com um consumo mínimo de material.

Dentre os problemas do projecto de estruturas tendo em atenção a sua capacidade de carga, podemos distinguir duas questões que consistem essencialmente na:

a) Escolha da ortotropia óptima para um elemento da estrutura considerado como homogéneo.

b) Escolha da função de heterogeneidade óptima para uma ortotropia constante ou variável.

A primeira maneira de proceder pode ser indicada muitas vezes para o projecto de estruturas homogéneas plàsticamente, tendo em atenção o seu peso mínimo. Num breve exemplo vamos aplicar estes diferentes métodos duma maneira prática e simples.

5.2. Se desejamos encontrar de uma maneira racional um coeficiente de ortotropia k_e económico, o postulado do mínimo gasto de ferro numa placa ortotrópica «em folheto» de betão-armado, com um certo grau de encastramento, pode ser expresso pela equação $\frac{dV}{dk} = 0$ onde V representa a quantidade de ferro.

Assim temos o valor:

$$(5.1) \qquad k_e = \rho \frac{b^2}{3\,a^2 - 2\,b^2}$$

onde ρ é dado por (3.7). O diagrama dos k_e é dado pela fig. 11, para uma variação de ρ dentro dos valores práticos de maior importância.

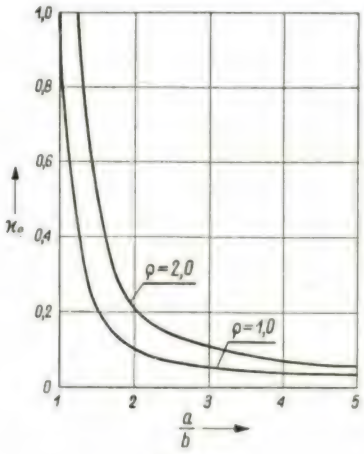


Fig. 11

Se o postulado (5.1) é satisfeito, a carga de rotura é obtida, como resultado da aproximação cinemática, para os momentos de rotura, pelas relações:

$$(5.2) \qquad m'_x + m_x = \frac{p\,b^2}{24} \; \frac{b^2}{a^2}$$

$$m_x = k_e\, m_o$$

$$(5.3) \qquad m_y + m'_y = \frac{p\,b^2}{24}\left(3 - 2\,\frac{b^2}{a^2}\right)$$

$$m_y = m_o$$

Do ponto de vista teórico, a relação entre m_x e m'_x e entre m_y e m'_y pode ser escolhida de uma maneira arbitrária a qual foi já apontada no capítulo 3.

Todavia com o fim de evitar uma mudança brusca na distribuição dos esforços internos quando se passa da fase elástica ao estado limite, é conveniente tomar a relação, momento no apoio momento a meio vão não muito diferente da solução elástica.

Com o fim de projectar econòmicamente placas rectangulares, podemos usar tabelas que indiquem os valores das somas dos momentos (cf. [24]).

3.5 O projecto de placas pode ser baseado numa escolha apropriada das características de heterogeneidade plástica (por exemplo por uma conveniente variação da espessura das placas isotrópicas e ortotrópicas) ou uma conveniente distribuição de armadura no caso de placas de betão armado.

Os pontos de partida são as condições de equilíbrio e a condição plástica. Introduzimos como princípio adicional a possibilidade de o estado plástico ocorrer em qualquer secção da placa. Para uma placa circular simplesmente apoiada daí resulta a condição de serem iguais os momentos radiais e tangentes em cada ponto da placa ([1] [25])

O facto de se impor uma tal condição não significa que se obtenha como resultado uma estrutura de peso mínimo; mas para uma estrutura que obedeça à condição de cedência Coulomb-Tresca, este postulado é também satisfeito. Isto relaciona-se com a possibilidade de se realizarem um número infinito de mecanismos de rotura plástica quando os momentos são iguais, ambos positivos ou ambos negativos. O cálculo pelo peso mínimo implica a necessidade de uma tal possibilidade a qual significa de facto iguais possibilidades para um grande número de tipos de mecanismos de rotura.

Pondo de parte a discussão detalhada se o cálculo em relação ao peso mínimo alcança os mesmos resultados que o cálculo em relação à igualdade dos momentos iremos demonstrar o método para um pavimento fungiforme, por igualdade dos momentos radial e tangencial e procurar a correspondente função de heterogeneidade plástica.

Considere-se uma placa circular de raio R, suportada no centro por um pilar e uniformemente carregada.

Pelo postulado da igualdade dos momentos:

$$(5.4) \qquad m_r = m_\varphi = N\,(r)$$

Substituindo nas equações de equilíbrio em coordenadas polares obtém-se a seguinte relação para determinar a função de heterogeneidade plástica N (r)

$$(5.5) \qquad \frac{d\,N}{d\,r} = T$$

Sendo T o esforço cortante.

No caso aqui considerado (ver [26]) obtemos da equação (5.5), tendo presentes as condições limites, a relação:

$$(5.6) \qquad N\,(r) = \frac{p\,R^2}{4}\,(\rho^2 - 2\,h\,\rho - 1)$$

onde $\rho = \frac{r}{R}$ representa uma coordenada radial, adimensional.

A fig. 12 representa a forma de obter um pavimento fungiforme racional onde h representa a semi-espessura da placa.

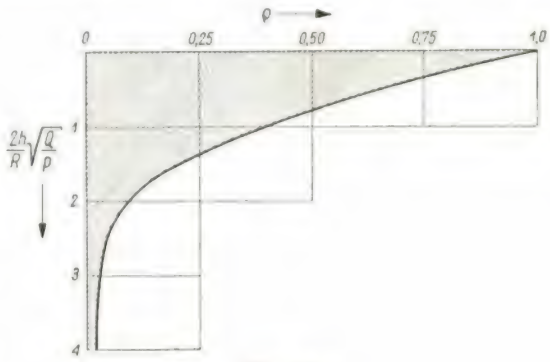


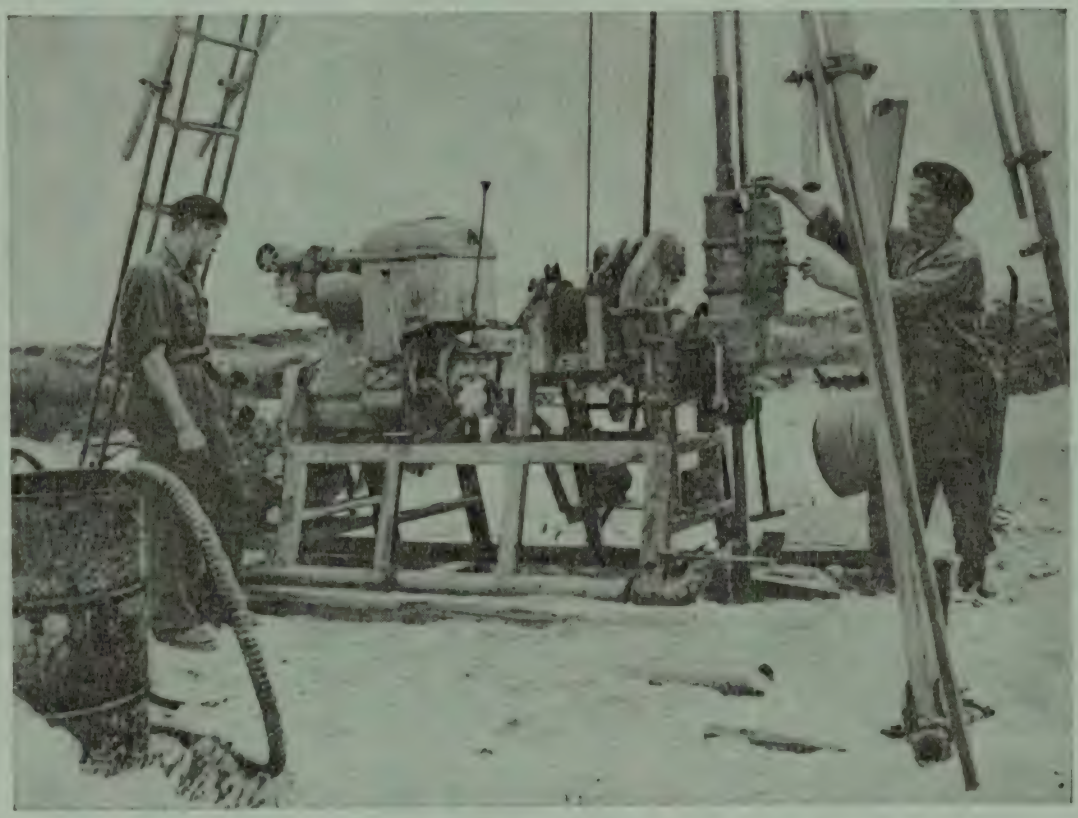
Fig. 12

No caso de uma placa simplesmente apoiada, sobre a qual se exerce uma carga variável

$$(5.7) \qquad p\,(r) = p_o + p_1\,\rho$$

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

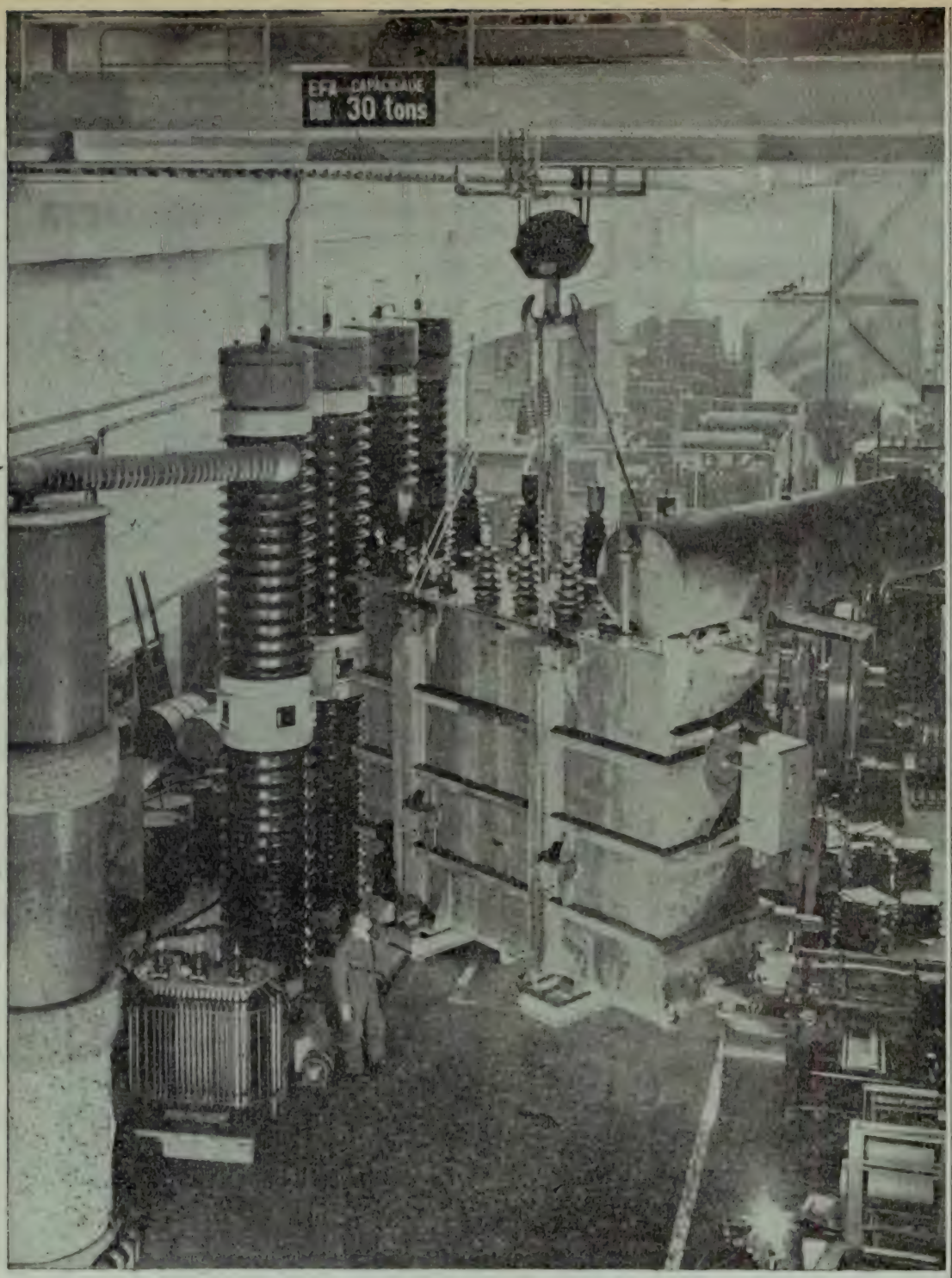
SECÇÃO DE PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA



Sonda rápida, com coroa de diamantes, empregada no estudo de pedreiras para a Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos

SEDE: PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13-3.º — LISBOA

TELEFS. 2 23 44, 2 78 09 E 36 60 51/2



EFACEC

Vista do interior de uma das Fábricas "EFACEC"
(Arroteia — S. Mamede de Infesta)

Distinguem-se nesta fotografia :

— Um transformador de 15 000 kVA/60 000 V (marca EFACEC) com regulação em carga, em curso de fabrico.

— Um disjuntor de 220 000 V (marca SOPREL), aguardando ensaio de rigidez.

— Nota-se também um transformador de ensaios de 600 000 V.

EFACEC

onde p_0 representa a intensidade de carga no centro e p_1 a da periferia, os diagramas da fig. 13 representam as funções de heterogeneidade satisfazendo a condição de igualdade de momentos.

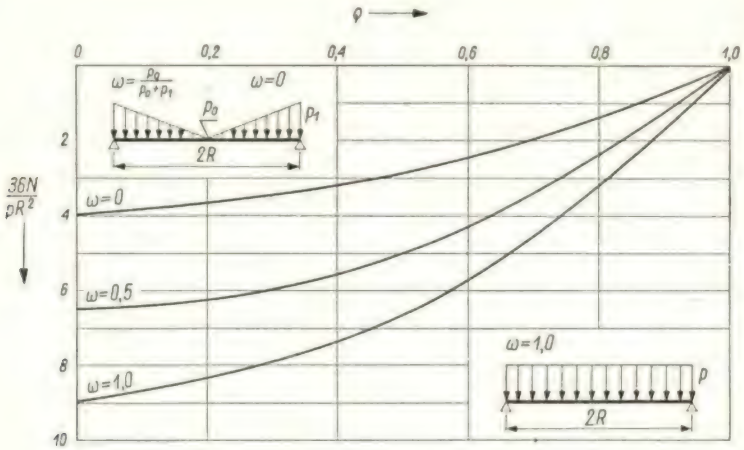


Fig. 13

A intensidade de carga suportada por uma tal placa é:

$$p = \frac{36\, N_0}{R^2\,(4 + 5\,\omega)} \tag{5.8}$$

onde N_0 representa o valor da função de heterogeneidade no centro e:

$$\omega = \frac{p_0}{p_0 + p_1}$$

No caso de placas rectangulares, a condição de igualdade de momentos $m_x = m_y = N\,(x, y)$ conduz-nos como fàcilmente se demonstra pela eq. (3.10) à equação de Poisson:

$$\nabla^2 N = p \tag{5.9}$$

que possibilita o emprego da analogia da membrana, não só para determinar a função de heterogeneidade ou a espessura da placa transformada (placa semelhante), mas também a aplicação desta analogia a problemas de torção em barras prismáticas de qualquer secção onde o problema é também representado por uma equação do tipo (5.9).

6 — PAVIMENTOS FUNGIFORMES

6.1. Como exemplo de introdução vamos discutir o caso de uma placa circular simplesmente apoiada ao longo da sua periferia e sobre um pilar no centro.

Para uma estrutura isotrópica em folheto se o momento limite do folheto inferior é m_0 e o do folheto superior é $m' = \nu\, m_0$, consideramos o campo dos acréscimos dos deslocamentos com a forma de 2 cones que se intersectam tendo um eixo comum (cf. [26]); então quando se emprega o método de aproximação cinemática, obtemos um dos limites superiores da carga de rotura com a expressão:

$$p = \frac{6\, m_0}{R^2}\; \frac{2\,\rho_0 - \rho_0^2 - \xi - \nu\,\rho_0^2 + \nu\,\rho_0}{(\rho_0 - 3\,\xi\,\rho_0 + \xi^2 + 1)\,(1 - \rho_0)\,(\rho_0 - \xi)} \tag{6.1}$$

onde ξ representa uma largura adimensional do pilar no interior da região da placa e ρ_0 o raio adimensional da intersecção dos dois cones que determinam o campo das variações dos deslocamentos.

Para $\xi = 0$ obtemos da condição $\frac{dp}{d\rho} = 0$ o valor:

$$\rho_0 = \frac{2 - \nu - \sqrt{2\,\nu + 3}}{1 + \nu} \tag{6.2}$$

Para placas regulares, circunscritas num círculo, obtemos as mesmas expressões. A fig. 14 apresenta os valores da carga de rotura para tais tipos de estrutura.

6.2. Um pavimento fungiforme, indefinido, pode também ser tratado, sob o ponto de vista

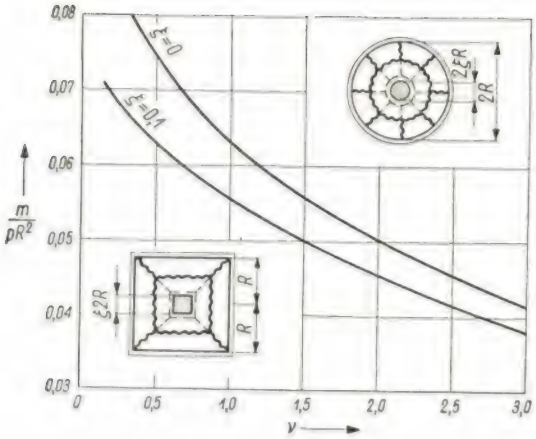


Fig. 14

dos tendo por base a análise dos resultados experimentais de pavimentos fungiformes.

A comparação das intensidades da carga de rotura obtidas leva à conclusão que o esquema 15 c fornece o mais baixo dos limites superiores da carga de rotura. Assim obtemos:

$$(6.3)\quad p = \frac{24\, m_o}{a^2}\ \frac{1 + \nu_1 (1 - 2\zeta) + 2\nu\zeta}{3 - 6\zeta + 4\zeta^2}$$

onde ζ representa a largura adimensional do pilar e $\nu_2 = \frac{m'_r}{m_o}$, $\nu_1 = \frac{m'_\varphi}{m_o}$; m_r vale como

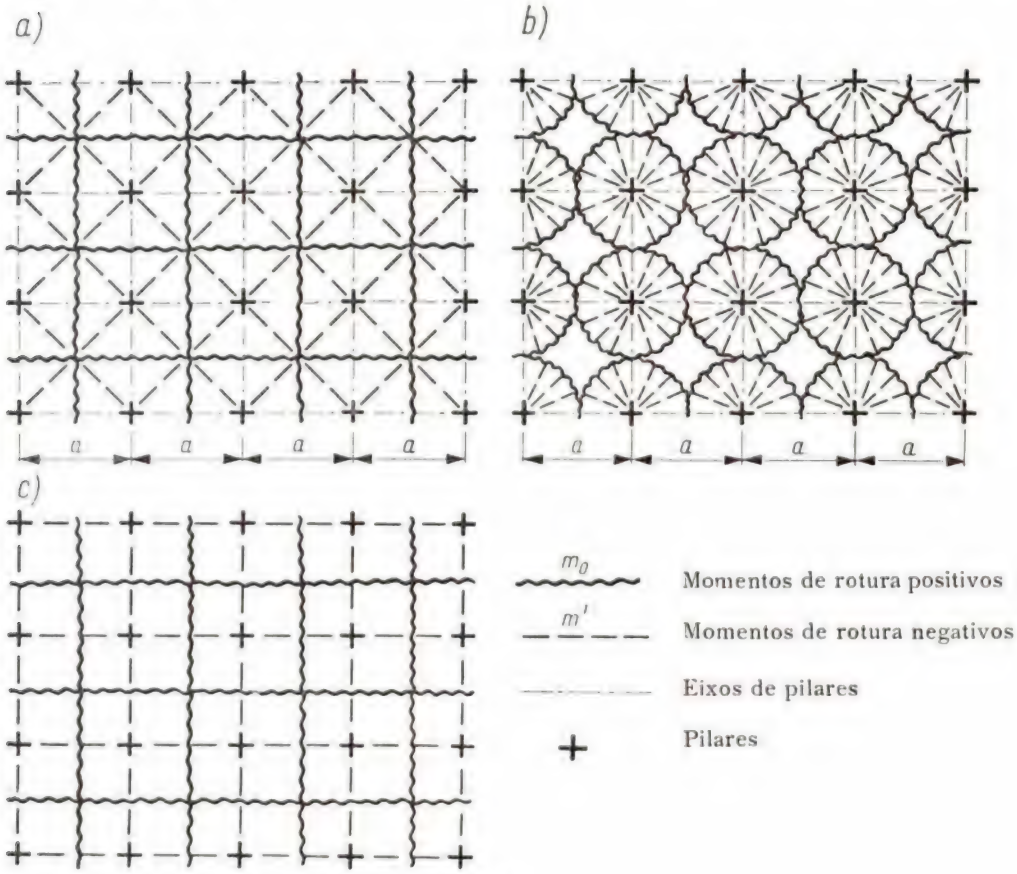


Fig. 15

normal da teoria dos estados limites, como um caso «em folheto» característico.

Os pavimentos fungiformes em betão armado, na verdade, são projectados de maneira tal que em regra os valores das armaduras na zona do pilar e a meio vão são diferentes.

A fig. 15, mostra três dos muitos tipos de mecanismos de rotura cinemàticamente admissíveis de tais pavimentos, os quais foram escolhi-

módulo plástico para a flexão radial e ν_2 para a flexão tangencial, ambos relacionados com o folheto superior enquanto m_o diz respeito ao folheto inferior do pavimento fungiforme.

Dos outros esquemas da fig. 15 resultam cargas de 6 a 50 % mais elevadas.

No caso da isotropia «em folheto» isto é, se $\nu_1 = \nu_2$ o valor da carga de rotura é dado pela fig. 16.

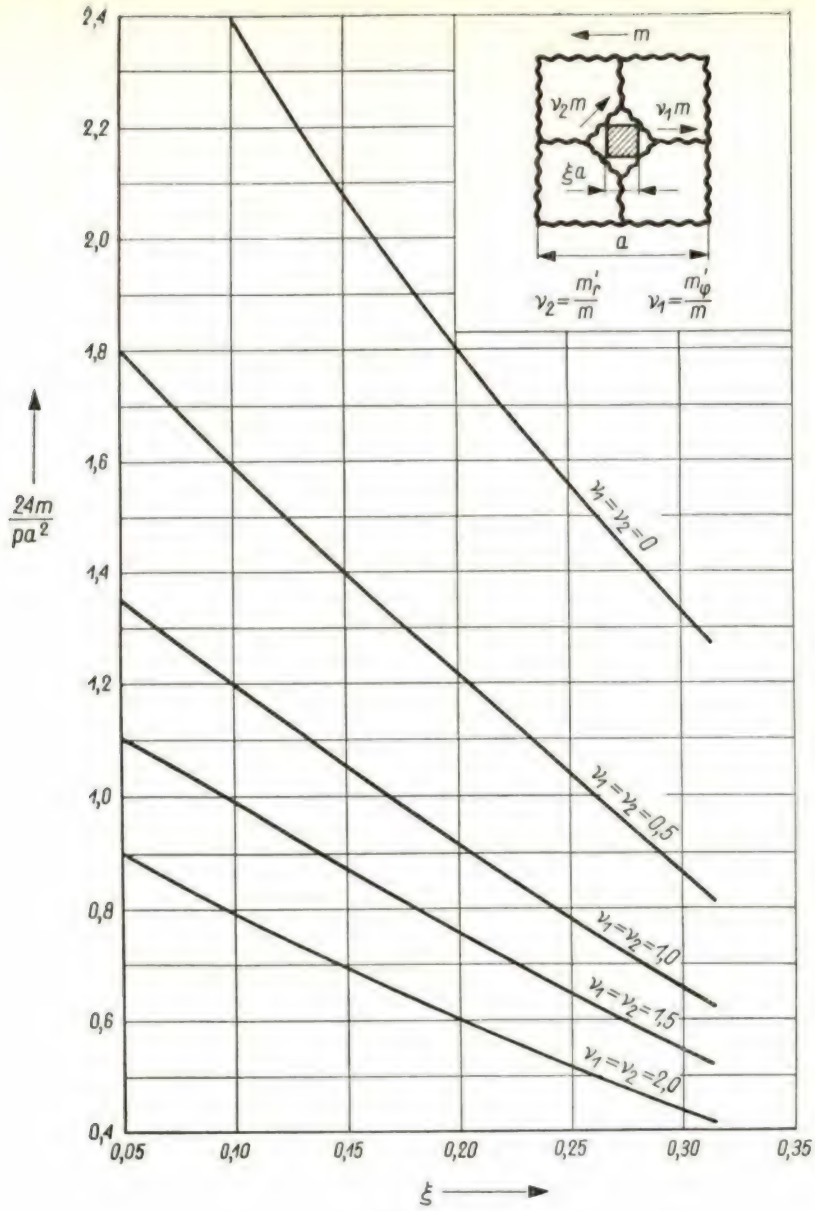


Fig. 16

Este diagrama pode ser usado para determinar a carga da rotura dos pavimentos fungiformes. A expressão (6.3) é confirmada pela aproximação estática. Vale a pena ter presente que da relação (6.3) podemos tirar um certo número de conclusões que dizem respeito à escolha racional das quantidades ν_1 e ν_2. Para os fins práticos temos por exemplo que para $\xi > 0{,}10$ a influência do parâmetro ν_1 (isto é da armadura tangencial) na capacidade de carga, é grande. Da fig. 16 concluiu-se por outro lado que a capacidade de carga varia muitas vezes linearmente com a largura do apoio do pavimento (secção superior do pilar).

Usando o método descrito no capítulo anterior as relações estáticas do tipo (3.10) e o postulado da igualdade dos momentos, podemos obter uma equação que torna possível a determinação de uma forma racional da secção superior do pilar anàlogamente a (5.9) que permite a determinação da espessura da placa rectangular. Podemos também com uma espessura constante, escolher a função óptima de distribuição da armadura numa laje não homogénea.

A lista de referências bibliográficas será publicada no próximo número, no fim da II Parte do presente trabalho.

C. D. U. 666.94 (469)

A Companhia "Cimento Tejo" inaugurou o maior forno de cimento do Mundo

1. O início do Congresso Internacional do Cimento, que decorreu em Lisboa de 29 de Agosto a 3 de Setembro com a participação de muitas individualidades de renome internacional relacionadas com a indústria cimenteira, ficou assinalado por um acto cujo significado para a Economia Portuguesa é desnecessário encarecer: a inauguração oficial do forno n.º 5 da Companhia «Cimento Tejo».

Ela traduziu mais um passo em frente dado pela Indústria Portuguesa de Cimentos no sentido de se colocar na vanguarda do movimento de industrialização que está na base dos programas de desenvolvimento económico nacional.

Este gigantesco forno rotativo, que é o maior do mundo instalado até à data, tem uma capacidade nominal de produção de 1.600 ton./dia. Esta produção corresponde a 8 comboios de 20 vagões de 10 toneladas em cada 24 horas de funcionamento!

Com os seus 167,5 metros de comprimento e um diâmetro máximo de 5,30 metros, na «zona das correntes», este gigantesco forno é bem um símbolo do ingente esforço que se tem feito para dotar o País duma indústria cimenteira à escala mundial.

A «Técnica» acha oportuno registar nas suas colunas as linhas gerais da evolução do grupo de Empresas onde se integra a Companhia «Cimento Tejo», bem como apresentar uma breve descrição da 5.ª linha de fabrico desta última Companhia que é, actualmente, a linha de maior produção em marcha no mundo.

2. A primeira tentativa para a criação da indústria cimenteira nacional surgiu em 1894 com a instalação — precisamente em Alhandra — duma fábrica trabalhando com o antigo tipo de fornos verticais. A capacidade diária de produção era de 20 toneladas (o correspondente a 18 minutos de produção do forno gigante!)

Em 1919 criou-se, por iniciativa de Henrique de Sommer, a Empresa de Cimentos de Leiria, que instalou (e inaugurou em 1923) a Fábrica de Maceira-Liz, equipada com um forno rotativo, o primeiro instalado em Portugal, cuja capacidade de produção era da ordem das 220 ton./dia — cerca de $^1/_4$ da actual capacidade da mesma Fábrica.

Pode-se dizer que assim nasceu verdadeiramente a indústria de cimentos entre nós.

Mais tarde, em 1934, a E. C. L. tomou posição na Companhia «Cimento Tejo», constituindo com ela o núcleo do futuro grupo industrial, conhecido por «Grupo Liz».

Nestas duas unidades foi prosseguida, desde início, uma política de progresso; mas é a partir de 1944 que António Champalimaud lança a verdadeira expansão desta indústria, quer pelo desenvolvimento das fábricas existentes quer pela criação de novas unidades, inclusivamente nas longínquas províncias portuguesas de África.

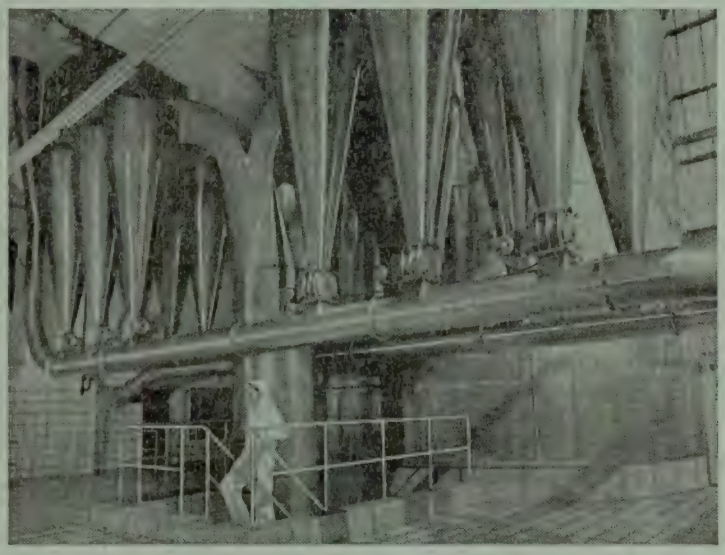
Ao núcleo Liz-Tejo vieram, desde então, juntar-se a Companhia de Cimentos de Moçambique e a Companhia dos Cimentos de Angola, por ele fundadas, bem como a Companhia de Carvões e Cimentos do Cabo Mondego. Assim se chegou ao actual «Grupo Liz», que compreende já seis fábricas de cimento em plena laboração — três na Metrópole, uma em Angola, duas em Moçambique — e uma outra em vias de montagem em Nacala. Inclui também uma mina de carvão em boa actividade, a maior fabrica de cal hidráulica do País, uma fábrica de sacos de papel e uma organização comercial adequada às respectivas finalidades.

Os potenciais financeiro, administrativo e técnico atingidos pela Empresa de Cimentos de Leiria e pelas Companhias a ela ligadas têm sido postos ao serviço da industrialização do País, em especial pela conhecida posição no estabelecimento da indústria número um, que é a Siderurgia Nacional.

3. A evolução técnica da fábrica de Alhandra, de longe a maior da Península na especialidade, desde a sua fundação em 1894 até à instalação do forno n.º 5 fica caracterizada, em termos resumidos, pelas fases seguintes:

ANHYDRO

INSTALAÇÕES DE SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO E DE EVAPORAÇÃO PELO VÁCUO



Instalações modernas com múltiplas vantagens

Instalação AHNYDRO de secagem por atomização fornecida a Wilts United Dairies, Ltd. — Whitland, Wales.

Capacidade de evaporação :
3660 lbs/h (1660 kg/h)

Consumo de vapor * :
7320 lbs/h (3320 kg/h)

Potência consumida :
25 kW

* incluindo o vapor para a turbina do ventilador.

Uma das maiores instalações do mundo!

Os Evaporadores e instalações de secagem por Atomização ANHYDRO, são usados em todo o mundo na secagem de leite, ovos, sangue, extracto de tanino, lexívia sulfatada, caolino, sabão e detergentes e ainda uma grande variedade de outros produtos alimentares, produtos químicos, farmacêuticos, etc.

ANHYDRO fornece algumas das maiores instalações do mundo, as quais satisfazem as exigências sempre crescentes de uma melhor qualidade do pó e maior economia de produção. Para a obtenção de produtos em pó, as instalações ANHYDRO oferecem as maiores vantagens, reduzindo as despesas de produção e manutenção. Um tempo curto de retenção no secador, graças à remoção forçada, assegura um produto de alta qualidade.

V. Ex.as têm à sua disposição a experiência especializada dos nossos engenheiros, fruto da montagem de muitas instalações em várias indústrias. Queiram escrever-nos pedindo literatura e mais informações.

— Usadas em todo o mundo

ANHYDRO

Representante em Portugal

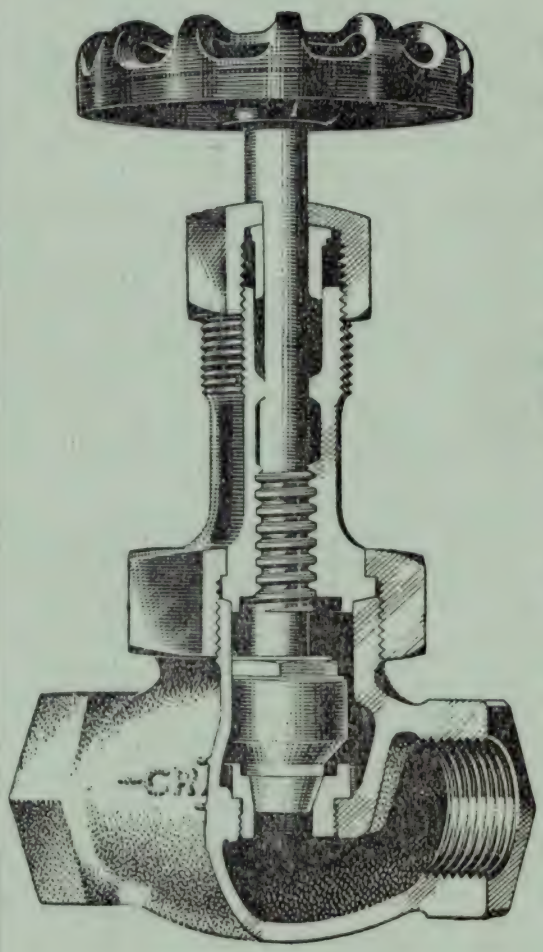
Mundinter - Intercâmbio Mundial de Comércio, SARL

Av. António Augusto de Aguiar, 138 - Lisboa - Tel. 73 21 31/7 - Teleg. Intercâmbio

ANHYDRO A/s - NORREGADE 36 - COPENHAGUE - DINAMARCA

Talvez gostasse de arquivar isto J.

BOLETIM DAS VÁLVULAS CRANE DE CORREDIÇA EM BRONZE



...apresentado a D46, com disco renovável em liga de Niquel e sede em aço inoxidável.

Desenhada para trabalhar em condições realmente rigorosas e feita de acordo com as normas Britânicas 2060. O disco tipo cavilha, em liga de niquel e a sede em aço inoxidável tornam a vedação extremamente apertada ao mesmo tempo que permitem um controle rigoroso do fluxo no estrangulamento. Estes dois metais diferentes proporcionam uma melhor resistência à corrosão e a matérias estranhas. Tanto o disco como a sede são renováveis. Pressões de trabalho (válvulas com as extremidades roscadas): até 250 libras (vapor 500.°F), 500 libras (água, óleo ou gás, frio, sem choque).
Extremidades Hexagonais roscadas de acordo com as normas Britânicas—ou Americanas. Com flanges de acordo com as normas Britânicas, tabelas 'F' ou 'H' — ou com as normas Americanas.
Dimensões: Roscadas 1/4'' a 3''—Com flanges 1/2" a 3"
Dimensões: 2½" a 3" têm o castelo roscado.

CRANE

VÁLVULAS EM BRONZE,
FERRO FUNDIDO E AÇO

CRANE, LTD., 15-16 RED LION COURT, FLEET STREET,
LONDON, E. C. 4 ENGLAND

Agentes: R. E. B. E. L.
Av. Joaquim António de Aguiar, 45 — LISBOA, 1

V.17

1894 — Começo da laboração, pelo processo de fornos verticais, com uma capacidade de produção de 20 ton/dia.

1930 — Iniciou neste ano a produção em fornos rotativos, pelo processo de via húmida, com a montagem duma linha de fabrico com a capacidade de 110 ton/dia, constante de britador de calcáreo, moinho de cimento, embalagem, etc. Toda a maquinaria foi fornecida pela casa MIAG, alemã.

O forno tinha 43 metros de comprimento e 2,50 metros de diâmetro. Posteriormente foi-lhe adaptado um secador de pasta que permitiu aumentar a produção de clinquer para 150 ton/dia, com recuperação do calor sensível dos gases de escape.

1932 — Os bons resultados obtidos e as boas perspectivas antevistas levaram a Companhia a montar uma 2.ª linha de fabrico para a produção de 150 ton/dia, trabalhando também pelo processo da via húmida. O equipamento foi fornecido pela firma alemã Polysius.

O forno n.º 2, um pouco maior que o anterior, tem 48 metros de comprimento e 2,80 metros de diâmetro. Pela posterior adaptação de um secador de pasta, com aproveitamento do calo sensível dos gases, foi possível aumentar a sua produção para 180 ton/dia.

1939 — Instalou-se um terceiro forno rotativo para a produção simultânea de gusa e de clinquer, pelo processo Basset. Como o custo do ferro obtido neste forno era então demasiado elevado o processo perdeu o interesse que teve durante a guerra, pelo que o forno passou a funcionar exclusivamente para a produção de cimento portland normal.

1950 — Neste ano tomou-se a iniciativa de montar grandes unidades, a fim de equipar a fábrica em condições não só de corresponder às mais optimistas perspectivas do mercado interno mas também de poder competir nos mercados internacionais.

Foi instalada uma quarta linha de fabrico que arrancou em 1951. O quarto forno que, na altura, foi já o maior da Península Ibérica e um dos maiores do Mundo, tem 145 m de comprimento e um diâmetro na zona intermédia, de 3,45 m. Do lado da alimentação, o diâmetro é de 3,75 m e do lado da saída de clinquer o diâmetro é de 3,90 m. Tal como os anteriores, este forno trabalha por via húmida. O seu grande comprimento e as correntes de ferro existentes na zona junto à alimentação, para secagem da pasta, permitem um bom aproveitamento de calor.

1959 — Conclusão dos trabalhos iniciados em 1957 para a instalação da 5.ª linha de fabrico.

O forno n.º 5 tem uma capacidade nominal de produção de 1.600 ton/dia e possui as seguintes características principais:

Fabricante	Cie. de Fives-Lille
Comprimento	167,5 m
Diâmetro	4,8 m
Diâmetro na zona das correntes	5,30 m
Accionamento por 2 motores de	275 HP
Velocidades de rotação do forno: máx.	1,2 r. p. m.
mín.	0,3 r. p. m.
Quantidade de correntes na zona de secagem	100 tons
Inclinação do eixo do forno	5 %
Peso total do forno, incluindo virolas, correntes, bandagens, revestimento, etc. . .	3.560 tons

O forno apoia-se sobre 7 maciços de betão. Nos trabalhos de construção civil (maciços de apoio, chaminé, electro-filtro, arrefecedor do clinquer e plataforma do forneiro) foram utilizados 4.240 m^3 de betão e 364 tons de ferro.

As fundações foram feitas em estacaria, e utilizaram 366 estacas de betão (Franki) e 335 estacas de madeira.

A chaminé, tem 60 m de altura e um diâmetro exterior de 7,80 m na base e 4,80 m no topo.

4. Como se disse já, a fábrica da Companhia Cimento Tejo trabalha pelo processo da via húmida, isto é, a preparação das matérias-primas é feita por moagem, em mistura com água, obtendo-se fàcilmente uma boa homogeneização da pasta com que se alimenta o forno.

Com excepção das pedreiras, que se encontram afastadas da fábrica, a planta (Fig. 1) mostra a localização das diversas secções bem como a das linhas antigas (fornos e moinhos). Dado o pequeno porte destas instalações apenas nos referiremos a seguir ao sector novo.

Uma parte das matérias-primas vem das pedreiras por cabo aéreo (1), (Fig. 1), depois de ali

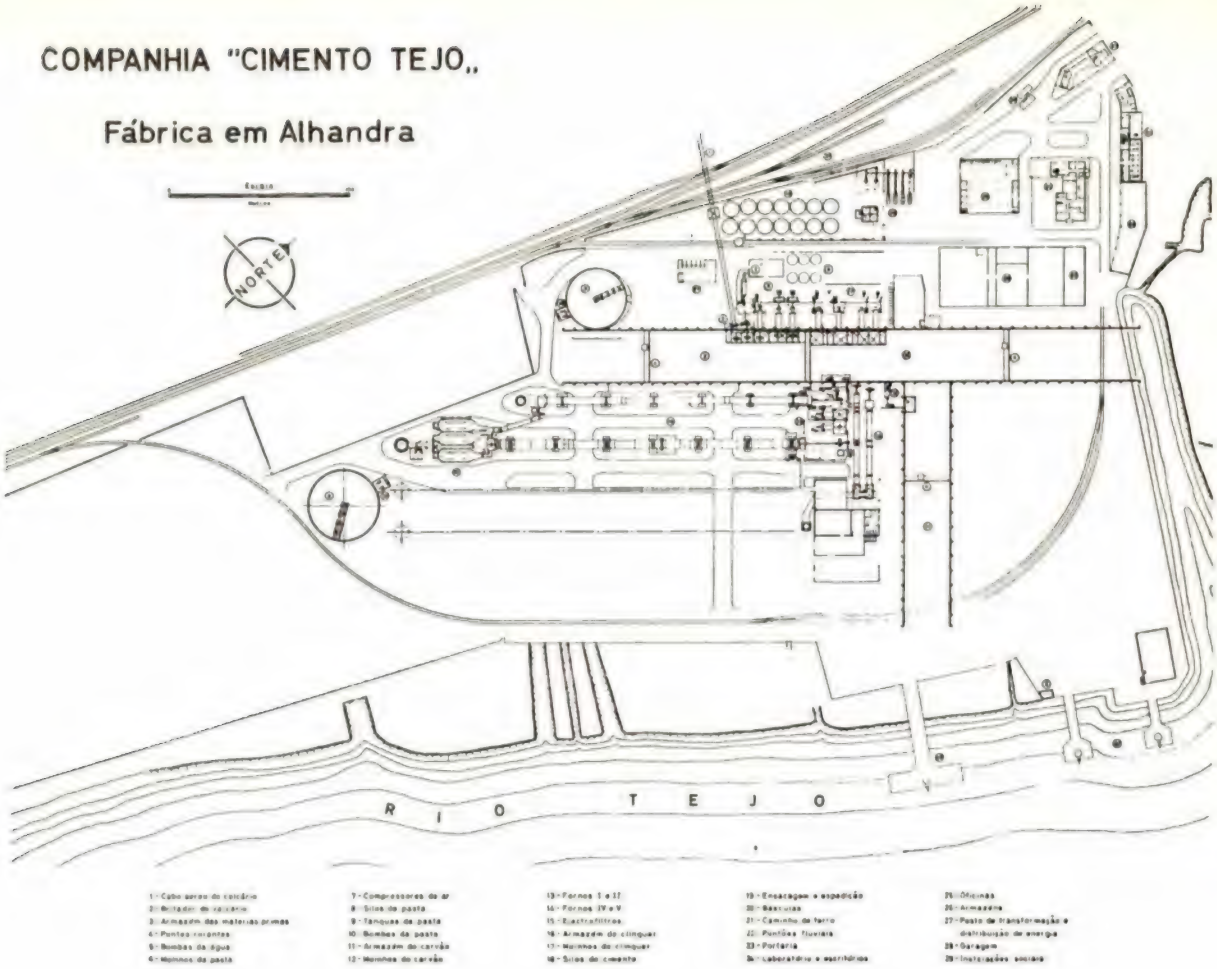


Fig. 1

terem sido britadas até à granulometria conveniente para os moinhos de pasta.

O calcáreo de correcção é recebido por camionete e britado num britador existente na fábrica (2).

a) *Hangares de matérias-primas, carvões e clinquer*

São representados respectivamente pelos números (3), (11) e (16) da planta (Fig. 1).

Esta planta apresenta já hangares de 30 m de largura (3) e (16) a construir dentro de pouco tempo para substituição dos actuais, que têm apenas 20 m.

Em virtude do grande volume de carvões manuseados, foi resolvido construir um novo hangar (11) que se situará perpendicularmente aos anteriores.

Este hangar será servido por uma ponte cais maior do que qualquer das existentes e cuja construção se prevê para breve.

A manutenção dos diferentes materiais dentro dos hangares e para os moinhos é feita por pontes rolantes (4), com capacidade de carga para 9 e 12 tons, respectivamente.

Além dos calcáreos, carvões e clinquer, as pontes rolantes fazem a manutenção dos restantes materiais necessários à fabricação do cimento: areia e escórias ferrosas para a pasta; gesso para moer juntamente com o clinquer.

b) *Moagem de pasta*

As matérias-primas são moídas na moagem de pasta (6).

Nesta secção foi agora instalado, substituindo um dos pequenos, novo moinho, o n.º 5, com as características seguintes:

Fabricante	F. L. Smidth
diâmetro	3,20 m
comprimento	9,60 m

AÇO TOR

O AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO COM
MAIOR VENDA NO MUNDO

TENSÃO DE SEGURANÇA 2 400 Kg/cm²
SEM GANCHOS

Especifique
AÇO TOR
com o símbolo

SOABAL – SOCIEDADE DE AÇOS PARA BETÃO ARMADO, LDA.
RUA JOAQUIM BONIFÁCIO, 2, 1.º — TELEF. 4 05 66 — LISBOA

Produção rápida e económica, por meio da forjação a frio

A mais completa série de máquinas automáticas, de construção inglesa, da marca WATERBURY-FARREL, para forjar, a frio, *parafusos, porcas, rebites, roscas,* etc., dentre as quais poderemos mencionar as seguintes:

- Máquinas para a moldagem de porcas,
- Máquinas de cilindros, de movimento horizontal e giratório, para a estampagem e roscagem de parafusos,
- Máquinas para a fabricação de cabeças de parafusos, sextavadas, interiores,
- Máquinas para a fabricação de cabeças de parafusos, maciças,
- Máquinas para a rectificação das cabeças dos parafusos,
- Máquinas escateladoras de parafusos,
- Máquinas para abrir as roscas das porcas

Construtores e vendedores autorizados:

GEORGE H. ALEXANDER MACHINERY LIMITED.

BIRMINGHAM, 4 ENGLAND

Distribuidores para Portugal Continental e Ultramarino:

Rua da Conceição, 21 **CRUZ & CRUZ, L.DA** PORTO — PORTUGAL

Cementone

ADITIVOS PARA CIMENTO

PIGMENTOS
IMPERMEABILIZANTES
ENDURECEDORES
ACELERADOR DE PRESA
RETARDADOR DE PRESA
MEMBRANA DE CURA
PLASTIFICANTES DE ARGAMASSA
COMPOSTO PARA TINTAS DE CIMENTO

PRODUTOS DA INDÚSTRIA INGLESA DE ABSOLUTA GARANTIA

Ensaiados nos Laboratórios de Engenharia Civil

Representante exclusivo em Portugal:
OCIDENTE — Importador e Exportador, Lda.
R. Eduardo Coelho, 16
Telef.: 36 78 59 - 3 43 70
LISBOA

Distribuidor no Porto:
MANUEL CUNHA GOMES
R. Duque de Loulé, 37
Telef.: 2 93 72
PORTO

motor . . . . . 1.400 CV, com redutor Symetro
produção nominal . . . . . 70 ton/h.
corpos moentes . . . . . 96 tons

A alimentação dos fornos 4 e 5 é feita a partir do tanque de pasta (9), junto à linha de C. F., estando prevista a construção, do lado do rio, dum segundo tanque que servirá também para alimentar os futuros fornos 6 e 7. A bombagem de pasta do tanque para a alimentação do forno é feita em dois andares, por bombas centrífugas respectivamente de 80 e de 70 HP.

vizinha de 1.000° C, é recebido pelo arrefecedor do clinquer (Figs. 3 e 4), cujas características são :

Fabricante . . . . . Fuller-Constantin
tipo . . . . . grelha inclinada
temperatura máx. do clinquer à entrada . . . . . 1.370° C
temperatura do clinquer à saída . . . . . 65° C
capacidade nominal . . . . 1.600 ton/dia

O arrefecimento do clinquer é obtido por meio de ar insuflado por três ventiladores.

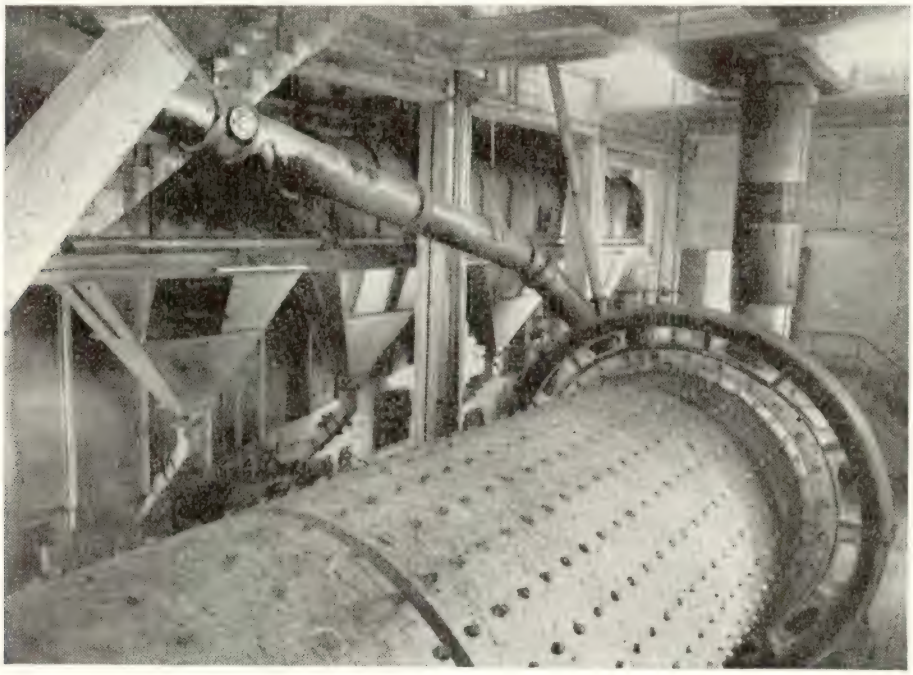


Fig. 2

c) *Moinho de carvão e arrefecedor de clinquer*

O forno é aquecido a carvão pulverizado, fornecido por um moinho-secador (Fig. 2), de duas câmaras, com as características principais :

Fabricante . . . . . Polysius G.m.b.H.
diâmetro . . . . . 2,80 m
comprimento . . . . . 7,50 m
motor . . . . . 500 KW, 6.000 V.
produção nominal . . . . . 19 ton/h.
carga de corpos moentes . . 38 tons

O clinquer, saído do forno, a temperatura

A temperatura do ar secundário (resultante do arrefecimento do clinquer) é regulada automàticamente.

À saída do arrefecedor existem dois britadores de martelos destinados a fragmentar os blocos de clinquer de maiores dimensões, reduzindo-os a menos de 25 mm. Os fragmentos são arremessados de novo para dentro do arrefecedor, onde completam o seu arrefecimento.

Na figura 5 mostra-se um esquema das ligações entre o forno, o arrefecedor de clinquer e a moagem de carvão, com as respectivas condutas de ar quente, ar frio, etc.

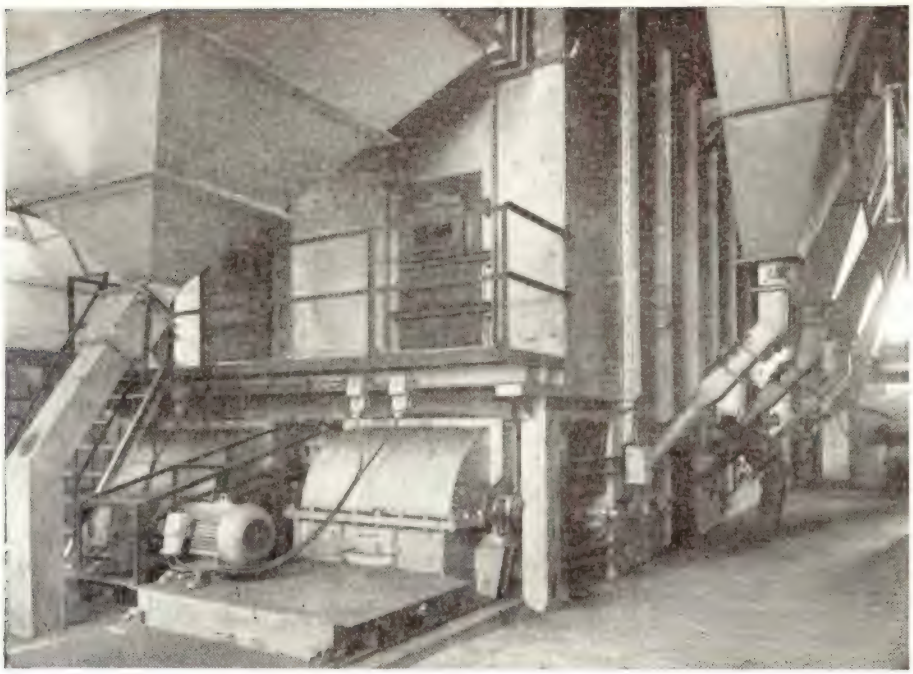


Fig. 3

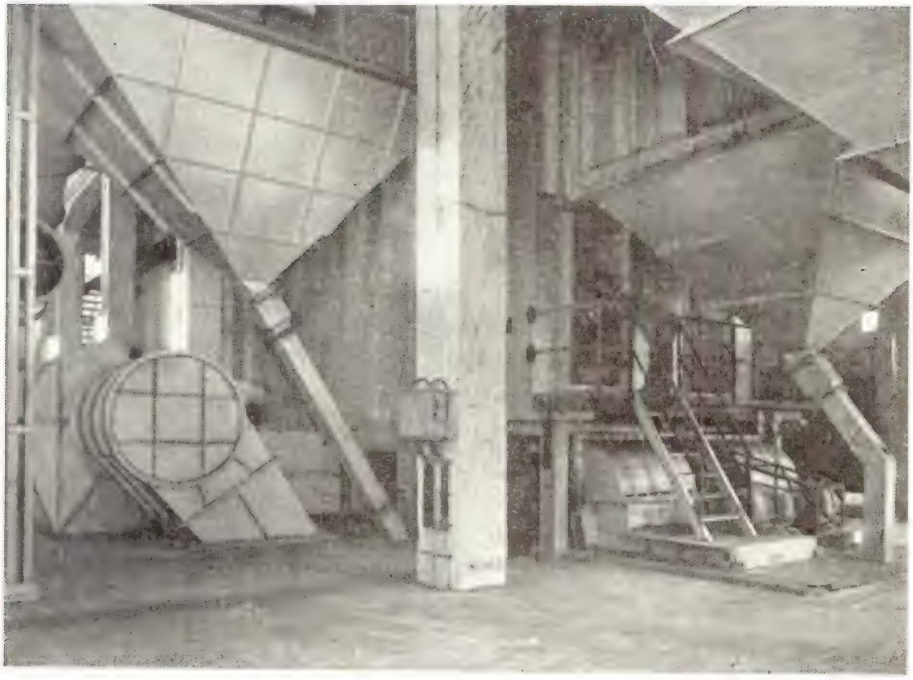


Fig. 4

O clinquer arrefecido é transportado para o hangar por cadeias de arrasto.

d) *Electrofiltro e tiragem*

Para captar as poeiras que são arrastadas juntamente com os gases de escape do forno, foi instalado um electrofiltro.

O projecto, bem como o equipamento electromecânico é da Lurgi Apparatebau G. m. b. H. O corpo do electrofiltro é de betão armado. Está dividido em 3 corpos, cada um com 3 campos

A2-TE-1-60-330

ROMAR
UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

TODOS OS EQUIPAMENTOS
para construção civil
e obras públicas

Exponha-nos o seu problema
O nosso Gabinete Técnico
encontrará a solução adequada

LISBOA
R. DA BOA VISTA, 83-1.º D.
TELEFS. 67 21 61/2/3/4/5

LUANDA
LARGO DA REPÚBLICA, 29

LOURENÇO MARQUES
AV. MANUEL DE ARRIAGA, 55-1.º

PORTO
R. DE SÁ DA BANDEIRA, 589
TELEFS. 25871-32205

Técnica de Hidráulica e de Electricidade, Ld.ª

HIDRÁULICA
ELECTRICIDADE
MECÂNICA
AQUECIMENTO

Oficinas metalo-mecânicas

ASSISTENCIA-TECNICA

Escritório e Stand de vendas:

47-A, Rua do Alecrim, 47-B Telefs. 2 57 00 / 3 59 66

Oficinas:

Rua do Lumiar, 113 Telef. 79 03 55

LISBOA

BOMBAS

Se há um problema de bombas consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boa Vista, 63 — LISBOA

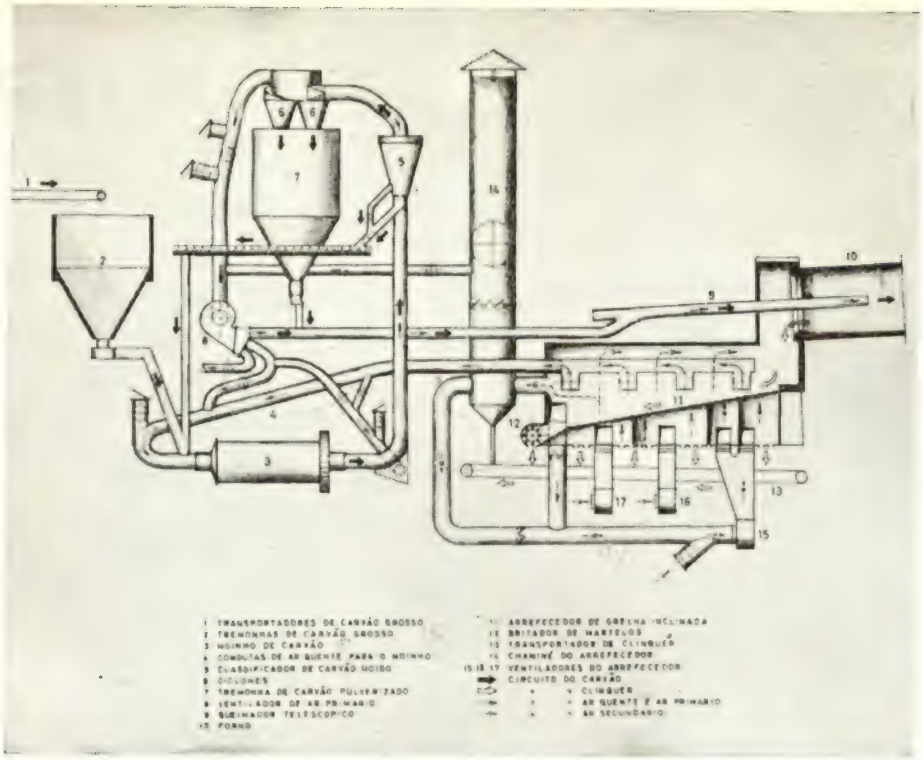


Fig. 5

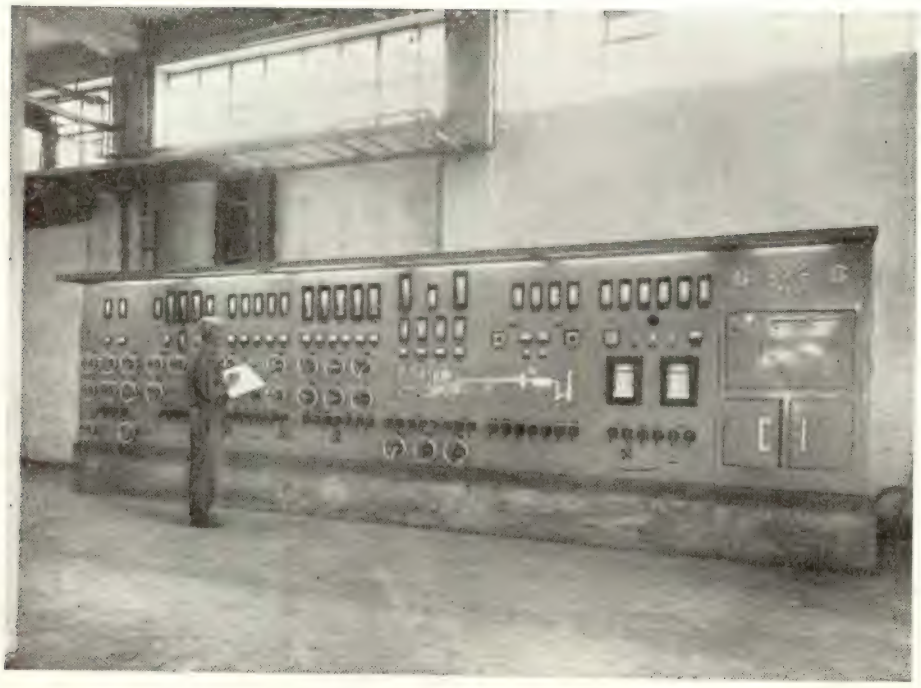


Fig. 6

Quadro de comando do forno n.º 5

de precipitação. Com os dois campos já instalados, recuperam-se 98 % das poeiras arrastadas pelos gases. O terceiro campo, se se justificar econòmicamente a sua instalação, permitirá captar 99,5 % das poeiras.

A tiragem dos gases através do forno e do electrofiltro é assegurada por um ventilador de velocidade variável, accionado por um motor de 350 CV com a velocidade máxima de 1.450 r. p. m.

e) *Moagem de cimento*

O clinquer, adicionado de 3 a 5 % de gesso, é moído nos moinhos de cimento. O moinho n.º 5, agora instalado, tem as seguintes características:

Fabricante	Polysius G.m.b.H.
Tipo	compound, com 3 câmaras
Diâmetro	2,80 m
Comprimento	14 m
Motor	1.330 KW
Produção nominal	37 ton/h
Carga de corpos moentes . .	100 tons

A instalação de despoeiramento engloba: um armário-filtro de mangas, com uma superfície filtrante de 210 m².

f) *Ensilagem, embalagem e expedição*

A modernização destas secções está já em fase adiantada de estudo, seguindo portanto de perto o empreendimento da 5.ª linha fabril.

Vai ser aumentado o número de silos de cimento e instalar-se-ão máquinas ensacadoras de grande débito.

A expedição de cimento é feita por 3 vias:

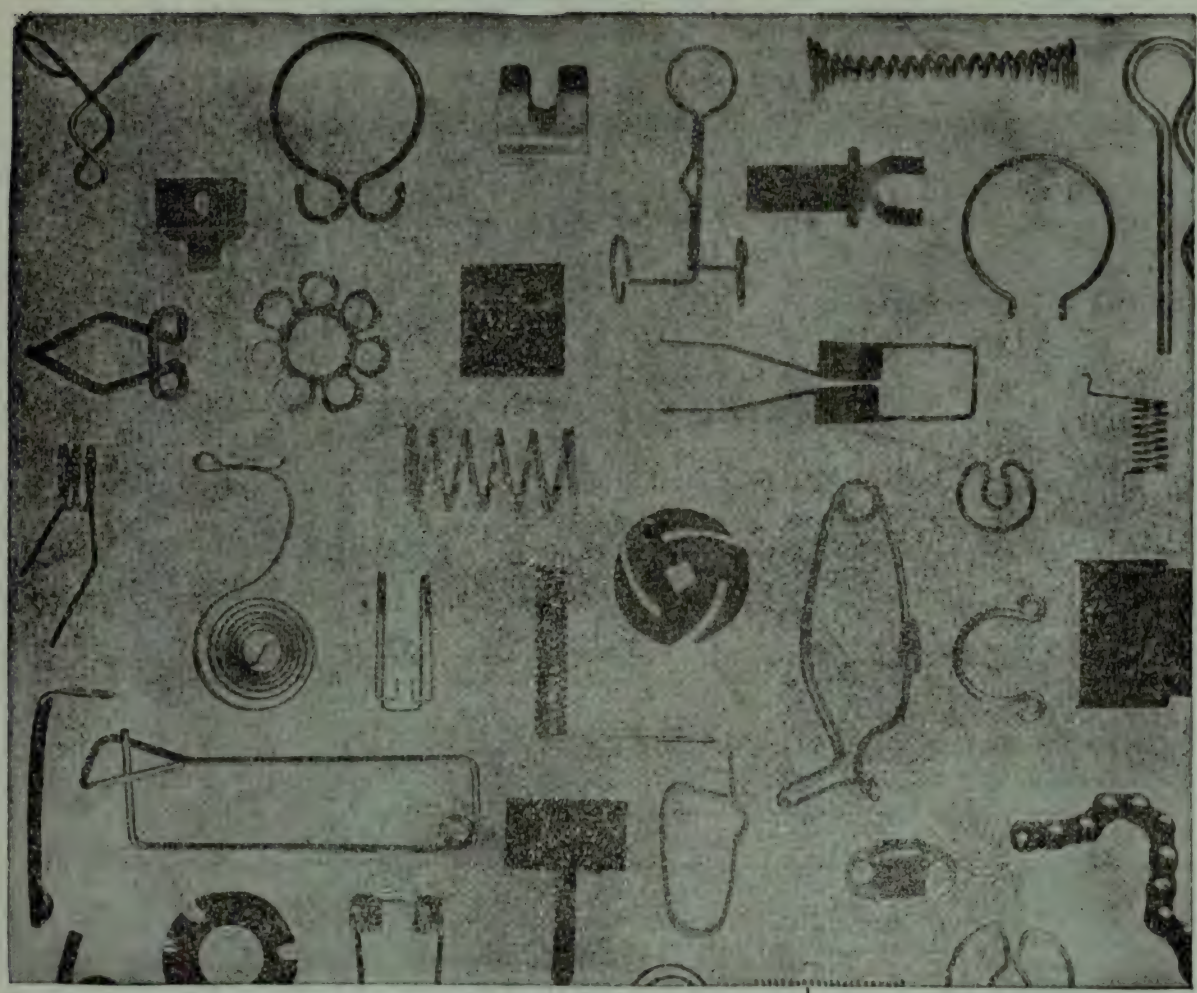
— por caminho de ferro (em saco ou a granel)
— por camião (em saco ou a granel)
— por barco, por meio das pontes cais (22)

g) *Laboratório e Escritórios*

As obras do novo laboratório e escritório (24) estão bastante adiantadas. Neste novo edifício ficarão centralizados os serviços administrativos e a parte de controle da fabricação.

* * *

Os apontamentos reunidos no presente artigo, constituindo documentação sobre um empreendimento que marca o mais importante passo na consolidação de uma das nossas mais sólidas indústrias, permitem ajuizar como tal empreendimento foi bem aproveitado para valorizar o Congresso Internacional do Cimento, que se realizou em Lisboa, contribuindo assim para o prestígio da nossa indústria cimenteira, e, portanto, para o prestígio do próprio País.



P 178

Quality springs presswork and accessories

Experts in the design and manufacture of springs and presswork for more than 100 years, Terrys are known all over the world for quality and dependability. They produce millions of parts every year—each one precision-made for its specific purpose. Terrys Research Department has a wealth of specialised experience and know-how and will gladly advise on the right design of spring or presswork for your particular problem.

Some of Terrys many accessories

Tool clips
Security Hose clips
Metric spanners
Boxes of assorted springs
Midget spanner sets
Circlips
Flexible shaft
Belleville washer

TERRYS

HERBERT TERRY & SONS LTD, REDDITCH, ENGLAND

ELECTRO
TÉCNICOS

ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS, LDA.

LISBOA

INSTALAÇÕES
INDUSTRIAIS

ADJUDICATÁRIOS:

da Rede de Cabos Eléctricos da SIDERURGIA NACIONAL

da Rede de Cabos Eléctricos da PETROQUÍMICA

DESPOEIRAGEM

FILTROS TECIDOS EM PEÇAS, PANOS, SACOS, MANGAS

DE QUALQUER FIBRA NATURAL OU SINTÉTICA

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS
SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 93
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José Fernando Pinharanda, António José Falcão, Carlos Pena, João Carvalho Marques e Orlando Graça Lobo.

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 517.9 : 517.432.1

Il calcolo operatorio e sua applicazione per la risoluzione delle equazione differenziali — *Giovanni Boaga.*
Riv. Catasto Servizi Tec. Erariali, 1-960, vol. 15, n.º 1, pág. 5-31.

C. D. U. 539.155 : 669.25 : 615.849

The orbitran: a new gamma-ray therapy equipmont — *W. J. Mc Kelliget.*
The Metropolitan-Vickers Gazette, 2 959, vol. 30, n.º 475, pág. 56-64.

C. D. U. 539.215.9 : 551.3.051

Recherches sur l'importance du tassement libre des sediments — *L. Berthois.*
Com. Serv. Geol. Port, 1957, vol. 38, n.º 2, pág. 431-443.

C. D. U. 621-523.8

The Simatic Sistem — a newly developed Contactless Control System — *Hans Zenneck and Manfred Tschermak.*
Siemens Review, 27, 1960, pág. 69-74, 4 figs, bibliog.

C. D. U. 621.187.12

A Survey of Operating of Lime-Zeolite Plants — *L. F. Wircl. Jr.*
Combustion, 4-957, vol. 28, n.º 10, pág. 55-58.

C. D. U. 621.187.43

Steam Power Plant Clinic — Part XIII — *Igor Karassik. L. E. Zabel. E. K. Hess.*
Combustion, 11-959, vol. 31, n.º 5, pág. 49-51.

C. D. U. 621.187.3

Vibration Clearing Boiler Heating Surfaces — *V. I. Clastouklch. E. L. Zarecharsky.*
Combustion, 11-959, vol. 31, n.º 5, pág. 39-40.

C. D. U. 621.3 : 622

Electrification in Undergrouud Mining – *Hans Graemer.*
Siemens Review, 1959, vol. 31, n.º 6, pág. 175-181.
13 referências bibliográficas.

C. D. U. 621 311

Problemas de produção e transmissão de energia eléctrica a grandes distâncias em regiões subdesenvolvidas. O sistema da CHESF.
Rev. Clube Engenharia, 1-960, n.º 281, pág. 23-29.

C. D. U. 621.311.23

Centrale automatique avec turbine à gaz de 10 MW — *Sghnittger, J. R.*
ASEA-Revue, 31, 1959, 18, pág. 491-498.

C. D. U. 621.313.32.072.2

Le réglage de la tension des machines synchrones — *Johansson, K. E.*
ASEA-Revue, 31, 1959, 4, pág. 81-90.

C. D. U. 621.313.32.072.2 : 621.316.722

Régulateurs et systèmes de réglage pour machines synchrones — *Sohlstrom, A.*
ASEA-Revue, 31, 1959, 4, pág. 90-98.

ELEKTRA

INTERRUPTORES, INVERSORES
E ARRANCADORES γΔ
de 10 a 600 Amp.

Representantes em Portugal:

AZEVEDO & PESSI, L.DA

Rua Nova do Almada, 46 LISBOA
Telefones 2 36 36 — 2 03 54

Bomba Eléctrica Submersível WEDA

Fàcilmente Manobrada-Não necessita de ser ferrada-Pode ser transportada por um homem (pesa 39 quilos). Compacta e manejável (270 m/m de diâm. × 470 m/m de altura) — Grande rendimento — Absorve fàcilmente lama e areia (partículas sólidas até ao máximo de 5 m/m) — Submersível — O motor é completamente protegido — À prova de frio — O motor é protegido contra excesso de aquecimento — Resistente à água salgada. Construída para trabalho contínuo.

Agente exclusivo:

AD. M. ELIAS (Herdeiros)
Casa fundada em 1913
Largo do Conde Barão, 37 — LISBOA-2

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES AMADEU GAUDENCIO

ARQUITECTURA
E ENGENHARIA

TELEF.: P. P. C. A. 43191 / 43192 / 59000
END. TELEG.: **CONSTRUÇÃO**

Depósito de Materiais:

ESTRADA DE MOSCAVIDE, 17-19
LISBOA

TELEF. 399072

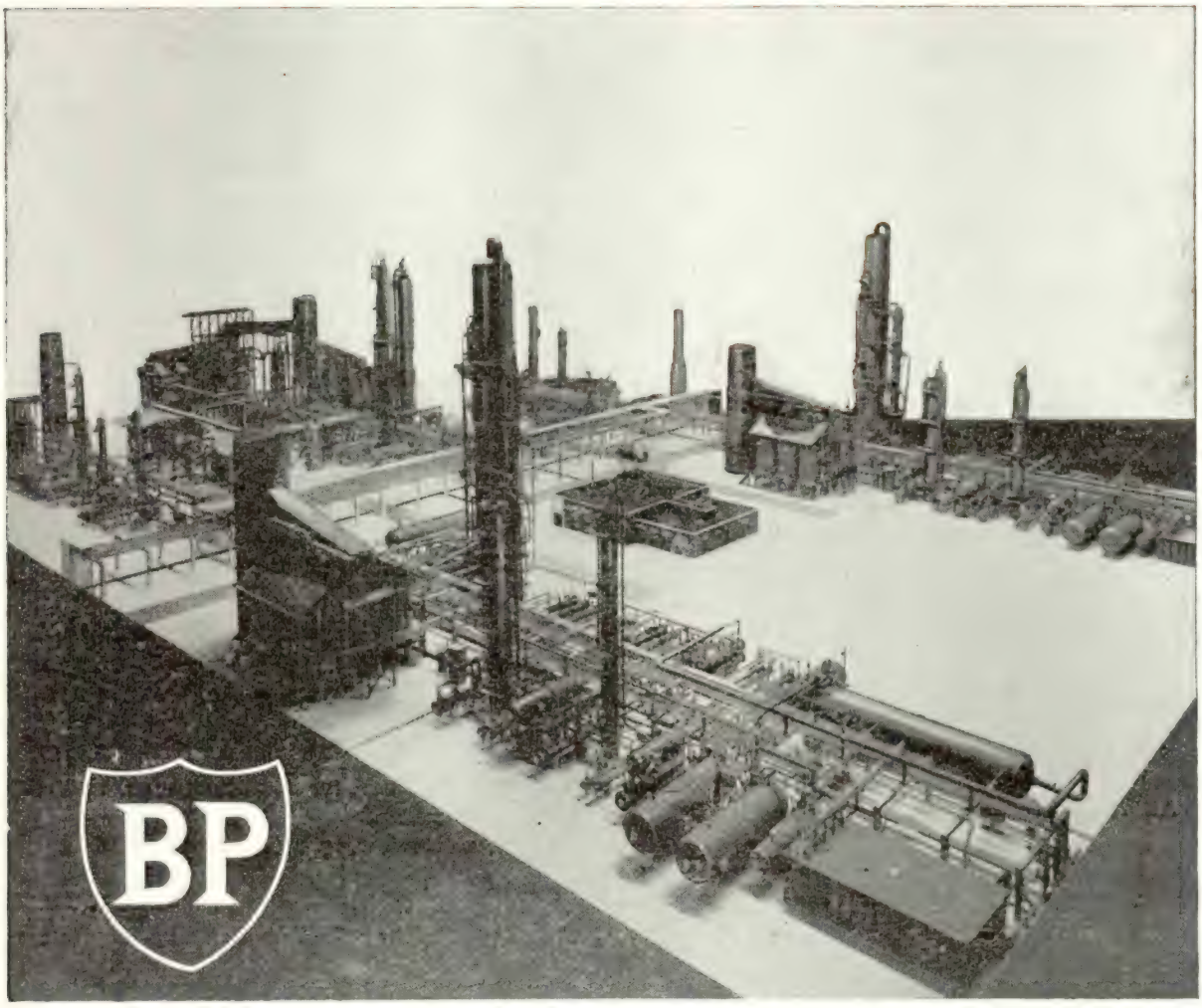
Construções
Civis

Betão
armado
e pré-esforçado

Carpintaria
mecânica

Trabalhos
de pintura

PLANTA EM RELEVO PARA UMA REFINARIA DE 100.000 B.P.S.D.



Para número cada vez maior de clientes da Kellogg nas indústrias químicas e de refinação de petróleo, os modelos por escala representam solução multilátera para o problema económico de arquitectar e pôr em prática novas facilidades de produção. Isto é especialmente verdade a respeito de canalizações – centro principal de aplicação de capitais em qualquer instalação de processagem. Construídas pelos exímios desenhadores da Kellogg, estas plantas em relevo eliminam consideràvelmente estudos e gráficos de canalizagem, realçam projectos de construção, concorrem para a sanção oficial, promovem rapidez de montagem e reduzem custos operacionais. Suplementam além disso os esboços convencionais de distribuição de partes e canalizagem. Estes modelos são também da máxima utilidade na própria instalação, pois economizam tempo em explicar pormenores de montagem a operários e treinar peritos operadores. O modelo supra encontra-se actualmente em Dinslaken, Alemanha, ao serviço da BP Benzin und Petroleum A.G. para explicar aos operários pormenores de construção. Num futuro próximo passará a servir de programa de treino para operadores.

Os engenheiros da Kellogg agradecem a oportunidade de explicar como a técnica destes modelos 3–D Kellogg podem servir-lhe para planear e construir a sua nova fábrica.

KELLOGG

KELLOGG INTERNATIONAL CORPORATION

KELLOGG HOUSE · 7-10 CHANDOS STREET · CAVENDISH SQUARE · LONDON W.1

SOCIETE KELLOGG · PARIS · THE CANADIAN KELLOGG COMPANY LTD · TORONTO
KELLOGG PAN AMERICAN CORPORATION · BUENOS AIRES · COMPANHIA KELLOGG BRASILEIRA
RIO DE JANEIRO · COMPAÑÍA KELLOGG DE VENEZUELA · CARACAS
Subsidiárias de THE M. W. KELLOGG COMPANY NOVA IORQUE

C. D. U. 621.313.322-82

Les alternateurs de Stornorrfors, um record d'Asea — *Lindstrom, C.*

ASEA-Revue, 31, 1959, 5, pág. 103 110.

C. D. U. 621.313.36

Motores de velocidade variável — *A. Rauth.*

Rev. Sind. Nac. Ag. Tec. Eng., 1/3-960, vol. 15, n.º 1, pág. 28-33.

C. D. U. 621.314

Redução do nível básico de isolamento para impulso dos transformadores de força — *Artur Eduardo Barros.*

Rev. Clube Engenharia, 1-960, n.º 281, pág. 58-71.

C. D. U. 621.314.001.2

Ensaios de impulso em transformadores de forças — *H. Katzer.*

Rev. C. Engenharia, 1-960, n.º 281, pág. 51-57.

C. D. U. 621.314.65.072.2

Suppression de l'élévation de tension des convertisseurs à vapeur de mercure, aux courants inférieurs au courant critique — *Hammarlund, B.*

ASEA-Revue, 31, 1959, 2, pág. 30-35.

C. D. U. 621.316.3 : 744.423

Tableau de connexions de équipements de contrôle des centrales réseaux de distribution — *Nordelof, J.*

ASEA-Revue, 31, 1959, 2, pág. 35-37.

C. D. U. 621.316.36 : 621.316.925

Sectionnement automatique des installations industrielles comprenant une charge favorisée — *Skoglund, B.*

ASEA-Revue, 31, 1959, 3, pág 55-64.

C. D. U. 621.316 37-523.8

Application of Simatic Components for the Centralized Local Control of Large Switching Stations — *Rolf Hahn.*

Siemens Review, 27, 1960, pág. 76-77.

C. D. U. 621.316.53

Nouvaux contacteurs pour 25-100 A — *Carlsson, J. Eric.*

ASEA-Revue, 31, 1959, 4, pág. 75-80.

C. D. U. 621.316.54

Disjoncteurs à faible volume d'huile type HKL avec dispositif de commande — *Söderberg, G.*

ASEA-Revue, 31, 1959, 3, pág. 43-46.

C. D. U. 621.316.79 : 731.717.1

Side-register Control — *Klaus Anke, Helmut Mülle and Hildegard Schaufler.*

Siemens Review, 27, 1960, pág. 85-86.

C. D. U. 621.317.326

Recording of Voltage and Current Peaks in Power Systems — *Viktor Hofmann.*

Siemens Review, 1960, pág. 84-85.

C. D. U. 621.317.382 : 537.728

O teorema de Blondel e as suas aplicações — *A. de Abreu.*

Mackenzie, Rev. de Eng., 3-4-959, vol. 43, n.º 138, pág. 29-36.

C. D. U. 621.317.714 082.6

Continuous-Line Recorders with Bimetal Measuring Elements — *Helmut Kaulfersch and Gerahrd Jentsch.*

Siemens Review, 27, 1960, pág. 88-90, 5 figs.

C. D. U. 621.317.74.029.45.53

Level Meter Setup (0.3 to 1,200 kc) with Automatic Tuner for Carrier Telephone Systems — *Leopoldo Seifert.*

Siemens Review, 27, 1960, pág. 101-102, 2 figs.

C. D. U. 621.331.3.024 : 621.316.91

The New Section Testing Device for D. C. Railways — *Ludwig Hartmann and Ertel.*

Siemens Review, 27, 1960, pág. 78-79, 3 figs.

C. D. U. 621.31 : 629.12

Nouveau système de production d'énergie électrique à bord des navires — *Franzén, S.*

ASEA-Revue, 31, 1959, 2, pág. 23-28.

C. D. U. 621.31 : 678.053.2

Commande des laminoirs à caoutchouc — *Bengtson, W.*

Asea-Revue, 31, 1959, 3, pág. 47-52.

C. D. U. 621.375.4 : 621.395

Transistor Repeaters for Short Haul and Long-Haul Telephone Switching.

Siemens Review, 27, 1960, pág. 91-96, 6 figs.

C. D. U. 621.395.3

New Styles in Press-To-Talk and Two-Way Intercom Systems — *Georg Dehn and Rudolf Panzer.*

Siemens Review, 27, 1960, pág. 86-88, 3 figs.

C. D. U. 621.395.364 : 691.001.2

Traffic Metering in PABX's — *Paul Gonschior.*

Siemens Review, 27, 1960, pág. 96-98, 3 figs , bibliog.

C. D. U. 621.433 — 9.001.4

The Rolls-Royce high altitude test facility.

Aircraft Engineering, 12-958, vol. 30, n.º 358, pág. 367-369.

C. D. U. 621.438 : 629.13

Turboprop operations in theory.

The Aeroplane, 26-12-958, vol. 95, n.º 2469, pág 924-926.

C. D. U. 621.52

New Fields of Application for ELMO Vacuum Pumps with Gas Ejector — *Hans-Georg Reinhardt.*

Siemens Review, 27, 1960, pág. 99-100, 4 figs.

Servindo a INDÚSTRIA

NA LUBRIFICAÇÃO DE TODOS
OS SISTEMAS DE ENGRENAGENS

LUBRIFICANTES

Sonap

49-176

C. D. U. 621.741.38

Salt Bath Heat Treatment VS quench and temper Standard and Pearlitic Malleable — *P. W. Green.*
Modern Castings, 10-958, pág. 41-46.

C. D. U. 621.741.51

Electrical Conductivity of hand-cast Copper-base Alloys — *D. G. Schmidt, F. L. Riddell.*
Modern Castings, 4-959, pág. 69-76).

C. D. U. 621.741.71

Foundry Practice for Sand Casting commercially Pure Aluminum — *R. Scalco, Moss V. Davis.*
Modern Castings, 5-958, pág. 140-142.

C. D. U. 621.741.8

Ductile High strength Titarium Castings by Induction Melting — *J. Zotos, P. J. Aheam, H. M. Green.*
Modern Castings, 5-958, pág. 127-132.

C. D. U. 621.742.2

Packing Characteristics of Typical Foundry Sands — *L. J. Pedicini.*
Modern Castings, 8-958, pág. 83-86.

C. D. U. 621.742.42

Green Tensile and Shear Strengths of Molding Sands — *R. W. Heine, E. H. King, J. S. Schumachet.*
Modern Castings, 4-959, pág. 91-98.

C. D. U. 621.744.47-523.8

Contactless Control of a Jar-ram Moulding Machine — *Viqtor Hofmann and Siegfried Waller.*
Siemens Review XXVII (1960), pág. 81-82, 3 figuras

C. D. U. 621.745.4

Foundry Applications of the Calcium Carbide Injection Process — *W. R. Sysobey, A. E. Tull.*
Modern Castings, 7-958, pág. 53-61.

C. D. U. 621.746.7

Shell Molding for Steel Castings — *R. G. Powell, H. F. Taylor.*
Modern Castings, 8-958, pág. 65-70.

C. D. U. 621.746.7 : 621.741.2

Factors influencing soundness of Gray Iron Castings — *Hughes, Nicholas, Fuller, Szajda.*
Modern Castings, 3-959, vol. 35, n.º 3, pág. 73-89.

C. D. U. 621.746.7 : 621.741.7

Hot cracking Test for Light Metal Casting Alloys — *E. J. Gambet.*
Modern Castings, 4-959, pág. 99-103.

C. D. U. 621.746.7 : 621.741.8

Problems encountered in casting Reactive Metals — *W. A. Aschoff, D. M. Blait.*
Modern Castings, 6-958, pág 61-64.

C. D. U. 621.746.78

The Effecto of some Gases on the Work of Adhesion between a Novolak and quartz — *Denis W. G. White, Howard F. Taylor.*
Modern Castings, 6-958, pág. 92 98.

C. D. U. 621.771.272-523.8

Cooling Bed and Shear Control Equipment for a Light-section Rolling Mill — *Karl Ertel and Hans Günter Vogelsang.*
Siemens Review XXVII (1960), pág. 74-76, 2 figuras.

C. D. U. 621.784

Modern Quenching Oils and Techniques for Foundry Heat Treating — *N. E. Squire.*
Modern Castings, 1-959, vol. 34, n.º 1, pág. 76-80.

C. D. U. 621.785

A Study of the Ferritization of Nodular Iron — *Carl J. Eckel.*
Modern Castings, 4-958, pág. 85-99.

C. D. U. 621.785

Heat Ttratment of Ductile Iron — *W. D. Mc Millan.*
Modern Castings, 4-959, pág. 77-78.

C. D. U. 621.785.6

Martensitic White Irons for Abrasion-resistant Castings — *Norman, Soloman, Doane.*
Modern Castings, 4-959, pág. 104-118.

C. D. U. 621.791.7-523.8

A new Control System W lding Machines — *Ebbe Rohloff.*
Siemens Review XXVII (1960), pág. 82-83, 2 figuras.

C. D. U. 621.9-523.8

Simatic Control Systems for Machine Tools — *Wolfgang Freymann and Viktor Hofmann.*
Siemens Review XXVII (1960), pág. 79-80, 2 figuras.

C. D. U. 622.625 [656.25]

Mine Railway signaling systems — *Paul Franitza.*
Siemens Review, 1959, vol. 26, n.º 6, pág. 194-198.

C. D. U. 622.67

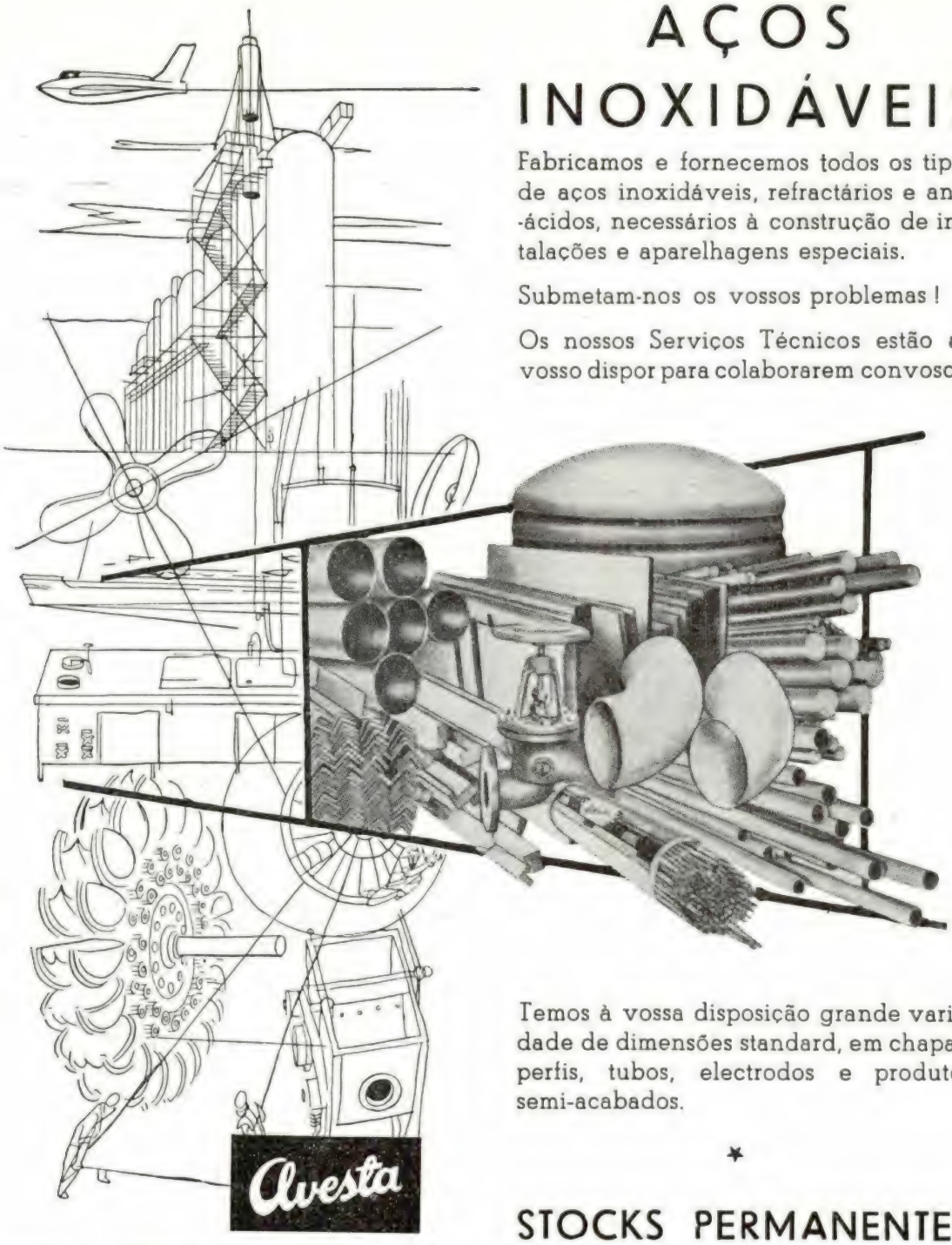
Le premier treuil d'extraction à 4 câbles installé en Belgique — *Francotte, X., Landau, F.*
ASEA-Revue 31 (1959) : 5, pág. 123-129.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

*

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 479 61 — 479 93 — 479 97

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 5 4666

C. D. U. 624.014.2 : 725.8

La patinoire artificielle couverte des Vernets à Genève — *Cingria, Maurice et Duret.*
Acier-Stahl-Steel, 3-960, vol. 25, n.° 3, pág. 115-120.

C. D. U. 624.014.27

Réalisations en profilés à froid — *M. Caironi.*
Acier-Stahl-Steel, 3-960, vol. 25, n.° 3, pág. 112-114.

C. D. U. 624.28

Le pont Severin sur le Rhin à Cologne — *G. Fischer.*
Acier-Stahl-Steel, 3-960, vol. 25, n.° 3, pág. 101-111.

C. D. U. 629.13

Test for a fighter.
The Aeroplane, 1-8-958, vol. 95, n.° 2448, pág. 176-178.

C. D. U. 629.13.04

A Stol aircraft with slipstream boost — *G. Bruner.*
The Aeroplane, 9-10-959, vol. 97, n.° 2503, pág. 310-313.

C. D. U. 629.13.014.3

Décollement sur une aile delta placée sans incidence dans un écoulement laminaire incompressible — *E. A. Eichelbrenner, P. Laval et H. Werlé.*
La Recherche aéronautique, 9-6-959, n.° 70, pág. 11.

C. D. U. 629.13.077.2

Fairey's air te air kream-rider.
The Aeroplane, 15-8-958, vol. 95, n.° 2450, pág. 233-236.

C. D. U. 629.135.4 (Bristol)

Bristol's latest twin-rotor helicopter.
The Aeroplane, 1-8-958, vol. 95, n.° 2448, pág. 167-171

C. D. U. 629.135.2 (Convair 880)

Producing the Convair 880 — *F. G. Swanborough.*
The Aeroplane, 1-8-958, vol. 95, n.° 2448, pág. 172-175.

C. D. U. 629.135 : 2 (Fiat 691)

Fiats flexil fighter.
The Aeroplane, 8-5-958, vol. 96, n.° 2488, pág. 543-547.

C. D. U. 629.635.2 (Handley Page)

Handley Page Victor — development of a crescent--wingeal V — bomber.
The Aeroplane, 27-3-959, vol. 96, n.° 2482, pág. 372-376.

C. D. U. 629.135.4 (Westminster)

Britain's largest conventional helicopter.
The Aeroplane, 11-7-958, vol. 95, n.° 2445, pág. 69-73.

C. D. U. 629.135.45

Saro's first turbine helicopter.
The Aeroplane, 8-8-959, vol. 95, n.° 2449, pág. 197-201.

C. D. U. 629.19

Elements of missile and space technology — *D. Howe.*
The Aeroplane, 17-4-959, vol. 96, n.° 2485, pág. 467-470.

C. D. U. 629.19

Lunar probre launchings — *S. Greenwood.*
The Aeroplane, 9-10-959, vol. 97, n.° 2503, pág. 321-322.

C. D. U. 629.19

Lanching. Earth satellites.
The Aeroplane, 20-2-959, vol. 96, n.° 2477, pág. 226-227.

C. D. U. 666.76

Materiales refractarios para la industria del hierro y del acero — *J. Palácios Reparaz.*
Dyna, 2-960, vol. 35, n.° 2, pág. 102-114.

C. D. U. 661.94.041 : 621.3.078

El control automático en los hornos rotatórios — *P. P. U.*
Cemento y Hormigón, 11-958, vol. 24, n.° 296, pg. 504-505

C. D. U. 666.9.4.022.2 (091)

Molienta por via húmeda. Pasado, presente, futuro — *C. A. Rowland.*
Cemento y Hormigón, 6-959, n.° 303, pág. 395-400.

C. D. U. 666.94.041 : 545.7

El rendimiento de los hornos rotativos y la composición de los gases de escape — *A. Varella Bloda.*
Cemento y Hormigón, 1-959, vol. 25, n.° 298, Pág. 4-17.

C. D. U. 666.94 (469)

La industria del cemento en Portugal — *Patricio Palamar Callado.*
Cemento y Hormigon, 8-959, vol. 25, n.° 305, pág. 489-507

C. D. U. 669.14

Emploi des profilés des d'acier extrudés — *H. Eckardt.*
Acier-Stahl-Steel, 11-959, vol. 24, n.° 11, pág. 499-505.

C. D. U. 677.71 [677.21] : 678.4.065 : 620.17

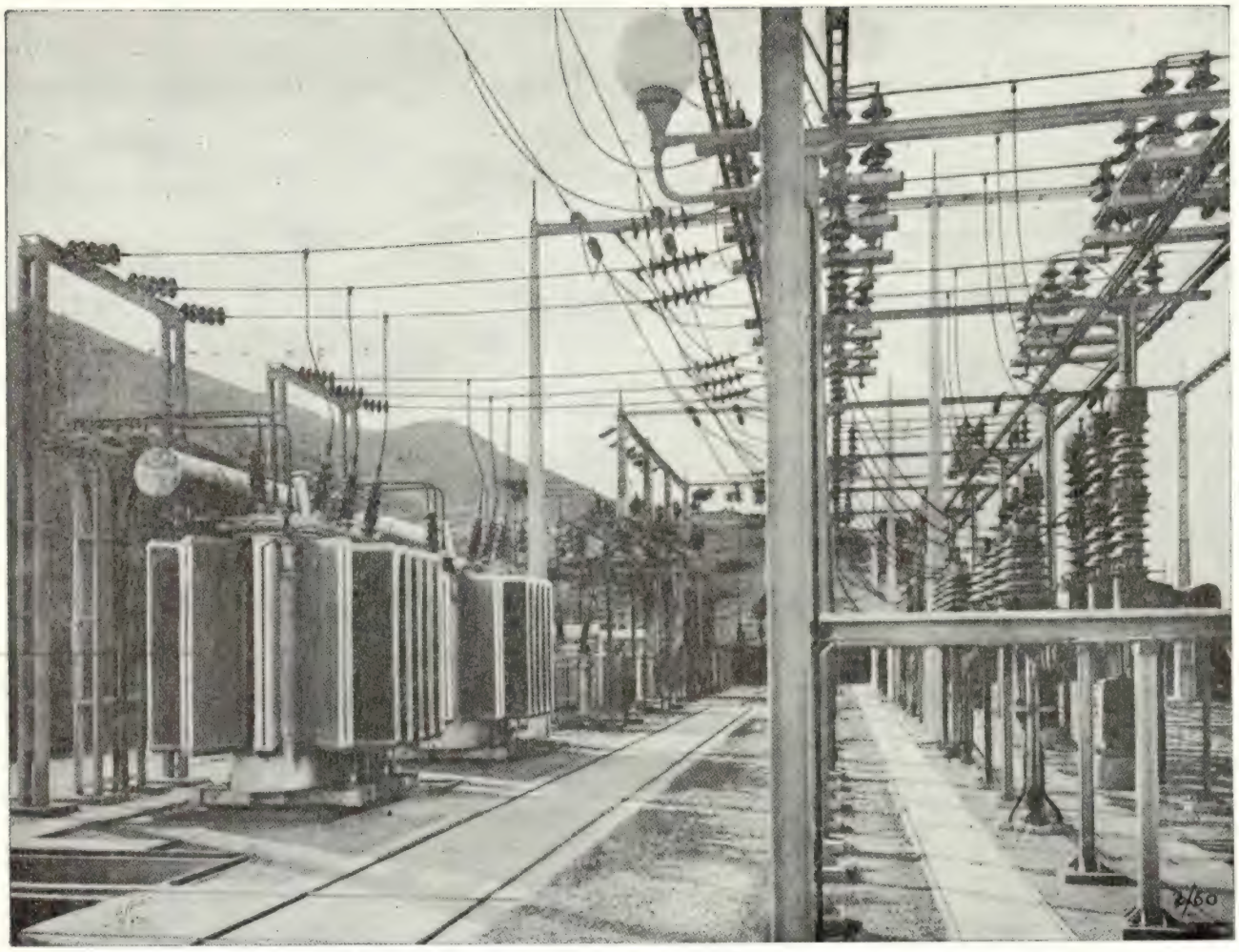
Examination of the physico-mechanical characteristics of cabled threads used for the manufacture of pneumatic tyre — *G. Nándory.*
Acta Technica, 1958, vol. 21, n.° 1-2, pág. 27-52.

C. D. U. 678.06 : 621.791.7

La qualité des électrodes pour Soudure H. F. — *Klaus Abesser.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-959, vol. 11, n.° 4, pág. 16-17.

C. D. U. 691.81.022.32 : 669.14

Eléments préfabriqués de parois en tôles d'acier galvanisé pour un bâtiment d'exposition en Allemagne — *W. Heltich.*
Acier-Stahl-Steel, 4-959, vol. 24, n.° 4, pág. 173-177.



SUB-ESTAÇÃO DA BARRAGEM DE PRACANA
DA HIDRO-ELÉCTRICA ALTO ALENTEJO

Como sucede em muitas outras empresas, o óleo usado é o:

BP ENERGOL

TRANSFORMER OIL

C. D. U. 691.028.1 : 669.14

Une utilisation de l'acier galvanisé : la fabrication de profilés spéciaux de menuiserie métalique.

Acier-Stahl-Steel, 4-959, vol. 24, n.° 4, pág. 187-187.

C. D. U. 691.327 : 669.18

Control continuo de uniformidad en los alambres de acero para hormigón pretensado — *J. M. Tobio.*

Informes de la Construccion, 10-959, n.° 114.

C. D. U. 691.328.004

Precast concrete

Structural and decorative developments and potentialities — *Wilfred Salter.*

Building Materials, 5-959, vol. 19, n.° 5, pág. 147-150.

C. D. U. 693.542

Contrôle de concreto na construção civil — *Francisco de Assis Basilio.*

Mackenzie-Rev. de Eng., 3-4-959, vol. 43, n.° 138, pág. 5-9.

C. D. U. 697.5

HTHW distrit heating at the USAF Academy — *Hausen.*

Combustion, 9-959, vol. 31, n.° 3, pág. 40-47.

C. D. U. 699.81

Protección y lucha contra los incendios en las empresas eléctricas — *H. Hubacher.*

Dyna, 12-958, vol. 33, n.° 12, pág. 901-907.

C. D. U. 699.82 : 697.9

Remède pratique a l'humidité des constructions. Amélioration de la salubreté des locaux habités — *M. A Fournol.*

Annales, 11-958, n.° 131, pág. 1156-1173.

C. D. U. 699.84

Los ruidos en las edificaciones — *J. M. Tobio.*

Informes de la construccion, 12-958, n.° 106.

C. D. U. 725.36 (64)

La construction des silos à céréales au Maroc — *J. Viel.*

Annales, 11-958, n.° 131, pág. 1193-1215.

C. D. U. 725.38 (43)

Garaje, en Frankfurt — *Max Meid.*

Informes de la construccion, 11-958, n.° 105.

C. D. U. 725.38 (73)

Garaje en Houston — *Robert O. Grimes y H. F. Bovay Jr.*

Informes de la construcción, 8-9-958, n.° 103, pág. 6.

C. D. U. 725.5

Le nouvel Hôpital universitaire de Louvain — *L. Novgorodsky.*

Acier-Stahl-Steel, 3-959, vol. 24, n.° 3, pág. 105-111.

C. D. U. 725.56 (93)

Hogar de ancianos — *Alfred Clauss.*

Informes de la construccion, 11-958, n.° 105.

C. D. U. 725.71 (73)

Cafeteria de un colegio (Luisiana) — *Jonh Dermond y A. Jackson Davis.*

Informes de la construcción, 6-7-958, n.° 102, pág. 9.

C. D. U. 725.9.032/3 : 624.01 : 69 059

Structures des monuments anciens et leur consolidation — *J. P. Paquet.*

Annales de l'I. T. du Bâtiment et des Travaux Publics, 2-958, n.° 122, pág. 115-140.

C. D. U. 745.82 : 656.13 (46)

Moto-cine en Madrid-Barajas — *Fernando Chueca Goitia.*

Informes de la construcción, 5-959, n.° 111.

C. D. U. 727.2

Concours pour la construction d'un collège secondaire a Saint-Imier.

Bulletin Technique de la Suisse Romande, 28-2-959, vol. 85, n.° 5, pág. 57-62.

C. D. U. 727.4

Concours pout l'étude de nouvelles écoles professionnelle a Sion (Valois).

Bulletin Technique de la Suisse Romande, 23-5-959, vol. 85, n.° 11, pág. 153-162.

C. D. U. 727 95

Concours pour la construction d'une maison des Congrès, a Genève.

Bulletin Technique de la Suisse Romande, 15-8-959, vol. 85, n.° 17, pág. 237-252.

C. D. U. 728.37 (46)

Viviendas y oficinas — *António Lamela.*

Informes de la construccion, 12-958, n.° 106.

C. D. U. 728.5

Hotel Delta — *Ir. J. W. C. Boks.*

Informes de la construccion, 8-9-959, n.° 113, pág. 2.

C. D. U. 728.4

La roca — *Fernando Cassinello.*

Informes de la construccion, 11-958, n.° 105.

C. D. U. 728.624 : 014.27

Maison familiale C. E. C. A. — *Reuzo Zaveunella.*

Acier-Sthal-Steel, 4-959, vol. 24, n.° 4, pág. 169-172.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

VOL. XII

N.os 295 A 304

OUTUBRO DE 1959 A JULHO DE 1960

Índice por assuntos dos artigos publicados

CIÊNCIAS SOCIAIS

Artigo — N.º — Data — Pág.

Economia. Trabalho

C. D. U. 331.211.024.3

Quantificação do trabalho humano . . 300 3-60 305
António Gouvêa Portela

C. D. U. 331.713.2 [62]

Qual a missão do engenheiro na actividade económica 279 12-59 121
António Gouvêa Portela

C. D. U. 331.823.1 : 622.349.5 : 622.8 (469)

A segurança nas minas de urânio portuguesas (continuação) 295 10-59 59
Idem 296 11-56 97
Idem 297 12-59 154
Claudino Martins Vicente

Ensino

C. D. U. 378.001.8

A projecção do espírito universitário 298 1-60 189
Luís A. de Almeida Alves

C. D. U. 378.01

Reflexões sobre o universitário . . . 299 2-60 247
Alexandre Cerveira

C. D. U. 378.01

O Ensino 304 7-60 537
Alexandre Cerveira

C. D. U. 378.017.922

Considerações acerca da formação dos Dirigentes 296 11-59 69
J. C. Ferreira de Almeida

C. D. U. 378.147 [378.962]

Nível universitário e espírito universitário 295 10-59 1
Luís A. de Almeida Alves

C. D. U. 378.962.012.753

Os estágios técnicos na formação dos alunos do I.S.T. (tese apresentada ao Congresso Internacional dos Estudantes de Engenharia, em Bruxelas em 1958) 299 2-60 297
António J. Garras da Silva Pinto e Carlos Nunes Barroso

CIÊNCIAS PURAS

Artigo — N.º — Data — Pág.

Matemáticas

C. D. U. 517.56 : 621.39

Determinação do espectro de potência e da função de autocorrelação a partir de «séries no tempo» 295 10-59 5
Manuel José de Abreu Faro

C. D. U. 518.5 : 621.918-12

Emprego dum computador electrónico automático no cálculo das forças de inércia dum mecanismo 302 5-60 471
Idem 303 6-60 515
Carlos José Fragoso Pinto Garnel

Física

C. D. U. 531.8 : 621-112

Estudo das forças de inércia nos motores Delta de 9 e 18 cilindros . . 297 12-59 155
Carlos José Fragoso Pinto Garnel e António FrancodeOliveira Falcão

C. D. U. 539.166.119

Determinação da espessura de materiais pelo método de absorção de radiação γ 701 4-60 387
Carlos Lloyd Braga

C. D. U. 539.3 : 518.5

Sistemas elásticos de *n* grau de liberdade 296 11-59 73
Idem 298 1-60 193
Idem 299 2-60 253
António Gouvêa Portela

Química

C. D. U. 541.138 (084)

Domínios de predominância estável dos constituintes de sistemas químicos envolvendo soluções aquosas 303 6-60 493
Idem 304 7-60 561
Isabel Maria Meleças Gago e alunos do 6.º ano do Curso de Engenharia Química

Artigo	N.º	Data	Pág.
C. D. U. 544.131			
Convenções de sinal em electroquímica (de «Metallurgia», Out. 1956) *J. M. West*	297	12-59	186
C. D. U. 545.8			
Cromatografia em fase gasosa . . . *Maria Margarida Helena da Silva e Carmo*	301	4-60	411
C. D. U. 546.791 : 662.66 (469)			
O urânio nas cinzas das antracites portuguesas . . . . . *A. Herculano de Carvalho e M. Legrand de Moura*	302	5-60	449
Geologia			
C. D. U. 553.441 (469.331.17 Mina do Pinheiro)			
Filão zinco-plumbífero da Mina do Pinheiro (Penamacor) . . . . . *Luis Aires-Barros*	299	2-60	267
TÉCNICAS			
Engenharia em geral			
C. D. U. 62.001.5			
O engenheiro em face da ciência . . *Luis A. de Almeida Alves*	302	5-60	435
C. D. U. 620.19			
A corrosão por correntes vagabundas — *Pedro Reis dos Santos* . . .	296	11-59	107
C. D. U. 620.197			
As indústrias francesas reduzem o custo do revestimento dos recipientes industriais empregando borracha sintética Neoprene (da Du Pont Information Service) . .	298	1-60	245
Engenharias Mecânica e Electrotécnica			
C. D. U. 621—112 : 531.8			
Estudo das forças de inércia nos motores Delta de 9 e 18 cilindros — *Carlos José Fragoso Pinto Garnel* e *António Franco de Oliveira Falcão*	297	12-59	155
C. D. U 621—232.001			
Estudo dinâmico de cames em motores rápidos — *Júlio César Santos da Silva* e *João Barreto Nogueira e Ramos*	301	4-90	425
C. D. U. 621.311.5/.9 (469)			
Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional — *Repartidor Nacional de Cargas*	Todos os n.os		
C. D. U. 621.315.017			
Equação dos círculos de perdas e dos círculos de rendimento no cálculo eléctrico de uma linha — *Rui Humberto Cordeiro*	301	4-60	403
C. D. U. 621.39 : 517.56			
Determinação do espectro de potência e da função de auto correlação a partir de «séries no tempo» — *Manuel José Abreu Faro*.	295	10-59	5
C. D. U. 621.39.015.7			
Unidade rápida de coincidências. Unidade utilizando um circuito de coincidências, tipo Garwin, com tubos electrónicos — *J. Figanier* .	300	3-60	317
C. D. U. 621.39.015.7			
Unidade rápida de coincidências. Circuito tipo Rossi com diódios de germânio — *H. F. Onofre* e *F. E. Rebelo Simões*	300	3-60	325
C. D. U. 621.396.677.001.2			
Considerações sobre o projecto de antenas rômbicas no espaço livre — *António A. de Carvalho Fernandes*	302	5-90	441
C. D. U. 621.43—4.01			
O medidor do binário e o carburador dum motor de aviação «Wrigt TC-18» — *José Diniz Faria e Maia*	300	3-60	361
C. D. U. 621.64/.65			
As bombas de acumulação de Hattelberg nas centrais eléctricas de Reisseck-Krenzeck — *J. Kündig* .	296	11-59	114
C. D. U. 621·791.004.5			
Exame por ultra-sons das juntas soldadas — *R. Hornung*	303	6-60	527
C. D. U. 621.918—12 : 518.5			
Emprego dum computador electrónico automático no cálculo das forças de inércia dum mecanismo — *Carlos José Fragoso Pinto Garnel*	302	5-60	471
Idem	303	6-60	515
Engenharia de Minas			
C.D.U. 622.1—349.5			
Reconhecimento dos minérios radioactivos — *Carlos Gonçalves* . .	304	7-60	543
C. D. U. 622.23 (469.331.14 Minas da Panasqueira)			
O arranque nas Minas da Panasqueira — *Fernando de Mello Mendes* . . .	297	12-59	171
Idem	298	1-60	227
C.D.U. 622.731			
Tentativa para o estabelecimento de uma lei geral da distribuição granulométrica das partículas resultantes da fragmentação — *Ramachondra A. Naique*	300	3-60	335

Artigo N.º Data Pág.

C. D. U. 622.349.5 (469) : 622.8 : 331.823.1

A segurança nas minas de urânio portuguesas — *Claudino Martins Vicente* 295 10-59 59
Idem 296 11-59 97
Idem 297 12-59 154

C. D. U. 622.75.001

A previsão dos resultados na Hidroclassificação — *José Quintino Rogado* 295 10-59 29
Idem 296 11-59 83
Idem 297 12-59 154

C. D. U. 622.331 : 331.823.1 : 622.349.5 (469)

A segurança nas minas de urânio portuguesas (continuação) — *Claudino Martins Vicente* 295 10-59 59
Idem 296 11-59 97
Idem 297 12-59 154

Engenharia Civil

C. D. U. 624.041

Cálculo de estruturas sujeitas a esforços horizontais 304 7-60 585
Alfredo de Pinho Morgado

C. D. U. 624.131.25 : 624.13.388

Determinação do estado de compressão natural existente nos maciços rochosos 297 12-59 125
J. M. Ressurreição Neto

C. D. U. 624.131.388 : 624.131.25

Determinação do estado de compressão natural existente nos maciços rochosos 297 12-59 125
J. M. Ressurreição Neto

C. D. U. 624.131.414.2

Solos expansivos 295 10-59 35
Mário José Santareno de Sousa Cunha Pignatelli

C. D. U. 624.131.431.3

Teor de humidade dos maciços terrosos: sua determinação «in situ» 299 2-60 283
J. Ressurreição Neto

C. D. U. 624.131.439.5 : 624.824.3

Barragens de terra. Influência do teor de humidade de colocação na resistência ao corte 298 1-60 235
Virgílio Penalva Esteves

C. D. U. 624.131.439.82

Ajustamento a solos portugueses de um método rápido para a determinação do limite de liquidez 296 11-59 91
Virgílio Penalva Esteves

C. D. U. 624.157.5 : 627.33

Fundações por ar comprimido na Ponte-Cais de Cabo Ruivo 298 1-60 203
Carlos Alberto de Klut Andrade

C. D. U. 624.824.3 : 624.131.439.5

Barragens de terra. Influência do teor de humidade de colocação na resistência ao corte 298 1-60 235
Virgílio Penalva Esteves

Artigo N.º Data Pág.

Vias de Comunicação

C. D. U. 625.711.1

Estradas de baixo custo 297 12-59 137
Manuel Pimentel dos Santos

C. D. U. 625.84 [629.139]

Estudo da capacidade de carga de pavimentos de aeródromo 299 2-60 275
Idem 300 3-60 334
Rodrigo M. C. Teixeira d'Almeida

Engenharia Hidráulica

C. D. U. 626.81 : 627.42 (665.7)

Problemas hidráulicos e hidro-agrícolas do Rio Geba 302 5-60 451
José Beja Neves

C. D. U. 626.81 : 627.42 (665.7)

Problemas de enxugo, rega, defesa contra cheias e navegação no Rio Geba (Guiné Portuguesa) 302 5-60 461
José Beja Neves e Fernando Manzanares Abecasis

C. D. U. 627.22 (673.2)

Estudo de problemas das ondulações de largo período na ampliação do porto de Luanda 303 6-60 483
Fernando Manzanares Abecasis

C. D. U. 627.33 : 624.157.5

Fundações por ar comprimido na Ponte-Cais de Cabo Ruivo 298 1-60 203
Carlos Alberto de Klut Andrade

C. D. U. 627.341

Duques de Alba elásticos de igual resistência 300 3-60 331
Fernando Vasco Costa

C. D. U. 627.42 : 626.81 (665.7)

Problemas hidráulicos e hidro-agrícolas do Rio Geba 302 5-60 451
José Beja Neves

C. D. U. 627.42 : 626.81 (665.7)

Problemas de enxugo, rega, defesa contra cheias e navegação no Rio Geba (Guiné Portuguesa) 302 5-60 461
José Beja Neves e Fernando Manzanares Abecasis

Engenharia Química

C. D. U. 662.66 (469) : 546.791

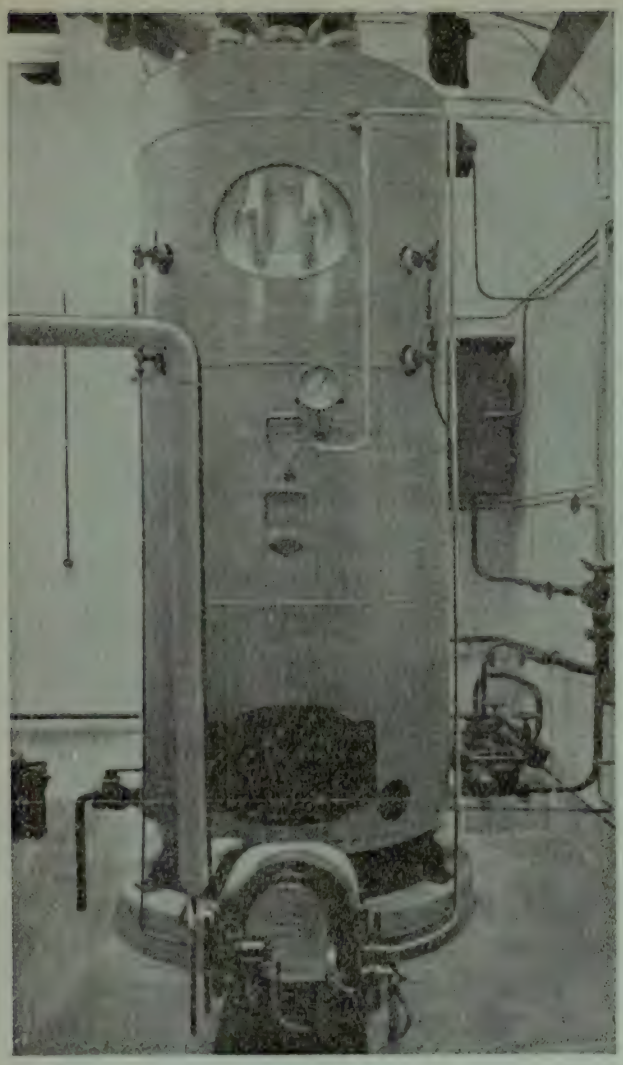
O urânio nas cinzas das antracites portuguesas 302 5-60 449
A. Herculano de Carvalho e M. Legraud de Moura

C. D. U. 666.982

Algumas considerações sobre a aplicação dos aços de alta resistência no moderno betão armado 301 4-60 375
Luís Arouca

C. D. U. 675.66.061

Comparação do poder extractor do Tetracloreto de Carbono e do Éter do Petróleo 299 2-60 263
Manuel Frias de Almeida e Sá



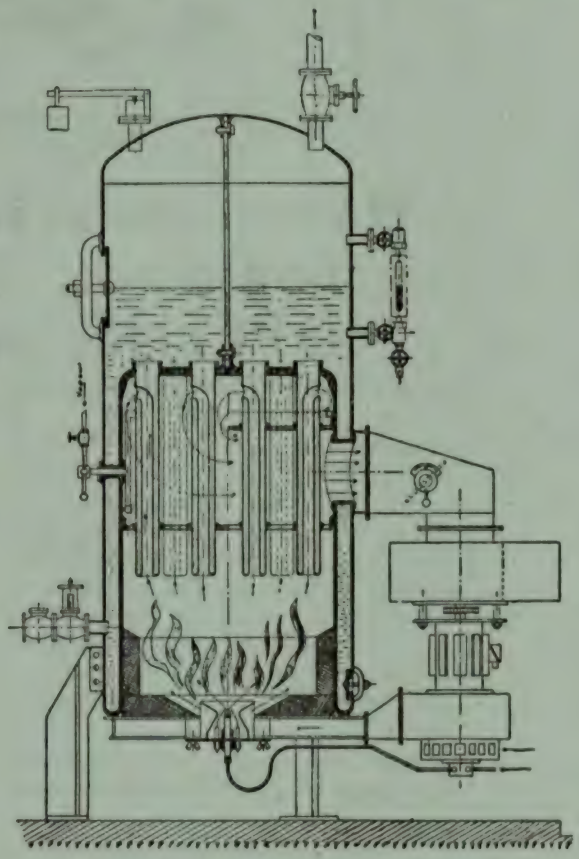
Caldeira Barès de 25 m²

CALDEIRAS

BARÈS

Em França

400 em serviço



Corte de uma caldeira Dynatherm

Caldeiras

Rendimento superior a 80 %
Dimensões reduzidas
Em pressão em 15 minutos
Montagem extremamente simples
Conservação fácil e económica

DYNATHERM

CONSTRUTOR: J. BARATA

Rue Oberkampf, Paris-11e — França

Delegado em Portugal: L. O. Figueiredo — R. Saraiva de Carvalho, 201-1.º D.to — LISBOA-3

MISTURA FRIA — Produz acima de 50 ton. / hora com o misturador 840-B.

MISTURAS QUENTES INTERMÉDIAS — Produz até 45 ton. / hora, utilisando o misturador e secador.

MISTURA AGREGADOS MÚLTIPLOS, DE ALTA QUALIDADE — Com rendimento de 45 ton. / hora, usando o misturador, o secador e o seleccionador.

Nova instalação de mistura de betuminosos, marca BARBER GREENE, modelo 840-B

Escolha a instalação de Mistura que mais o satisfará. — Por baixo custo inicial, pode adquirir a nova instalação de mistura de betuminosos, marca Barber Greene, modelo 840-B que apresenta as características próprias das grandes instalações. O misturador isolado produz bases estabilizadas e misturas betuminosas frias. Adicionando um secador, um seleccionador e um retentor de poeiras (ciclone) ao misturador, poderão produzir-se misturas betuminosas de quaisquer características.

O novo e mais comprido misturador, de veio duplo, proporciona uma mistura mais perfeita e uma maior capacidade.

A tremonha de descarga do misturador é accionada hidràulicamente, facto que evita a segregação da mistura. A posição alta da tremonha de descarga permite que as camionetas parem para a carga, mesmo por baixo da tremonha.

Fàcilmente móveis e montáveis. — Todas as unidades são transportadas sobre semi-reboques equipados com rodas de pneus, fàcilmente rebocáveis por camionetas. Todas as unidades dispõem de suportes ajustáveis, não necessitando, pois, de bases.

Para informações detalhadas dirija-se ao representante exclusivo.

Barber-Greene

Barber-Greene Americas, Inc., Aurora, Illinois, U.S.A.
Barber-Greene Overseas, Inc., Aurora, Illinois, U.S.A.
Barber-Greene Canada, Ltd., Toronto, Ontario, Canada
Barber-Greene Olding & Co., Ltd., Hatfield, Herts, England

REPRESENTANTE EXCLUSIVO:

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.

Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8

LISBOA

Ad No. 55-203A-B

Os Klystrons reflexos «EIMAC», de construção cerâmica-metal são aplicados com êxito em severas condições de trabalho.

Devido à actual evolução da aviação e dos misseis, tornou-se necessário realizar uma nova concepção de válvulas electrónicas, criando-se Klystrons reflexos, os quais permitem excepcional estabilidade de frequência sob as condições mais severas de choque, vibração e aceleração. Os novos e robustos Klystrons **«EIMAC»** de bandas reflexas X- e K- de uma concepção nova e de construção cerâmica-metal, com cavidades duplas satisfazem estas exigências.

A nova concepção e desenho de cavidades ressonantes, consiste principalmente numa cavidade fechada, provida duma janela de cerâmica acoplada a uma segunda cavidade fora do invólucro de vácuo.

Na cavidade externa a sintonia é feita por meio de um parafuso metálico ao longo duma gama mínima de 700 megaciclos/segundo.

Este avanço de concepção técnica tem como resultado obter-se com uma série de 4 excepcionalmente estáveis Klystrons reflexos, cobrir uma gama de frequências de 8.500 megaciclos a um nível de potência de saída de 75 miliwatts.

Nos níveis de vibração de 15 a 20 G., o desvio de pico a pico é inferior a 50 kilociclos para qualquer frequência vibrante entre 20 a 2.000 ciclos/segundo.

A construção de Klystrons **«EIMAC»** cerâmica-metal, além das vantagens indicadas, permite que se estabeleçam temperaturas de 250° C sem se alterar o funcionamento.

EITEL-McCULLOUGH, INC.

San Carlos • California

TELEFONES 2 42 21/2/3 — 2 45 84

REPRESENTANTES

ESTABELECIMENTOS HEROLD S. A. R. L.

Rua dos Fanqueiros, 278

LISBOA

GRANDE NÚMERO DE REFERÊNCIAS EM PORTUGAL E PROVÍNCIAS ULTRAMARINAS

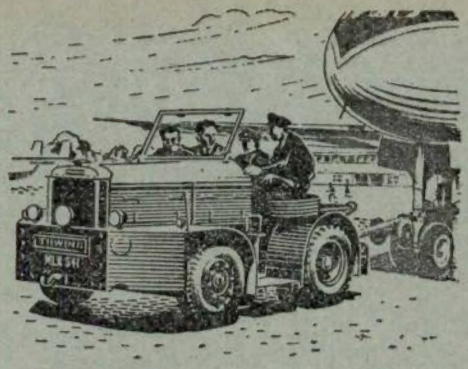
CONSULTE OS REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

MAQUINAS DE PRECISÃO, LDA.

ENG.º J. D'ARRIAGA DE TAVARES

MAPREL

LISBOA-R. da Boavista, 45-49-Tel. 666086-7 PORTO-R. de S.ta Catarina, 653 a 663-Tel. 28720 LUANDA-R. Direita de Luanda, 150-Tel. 4232-C. P. 364



MERCURY

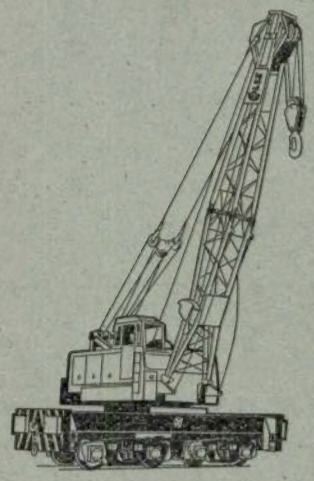
TRACTORES INDUSTRIAIS

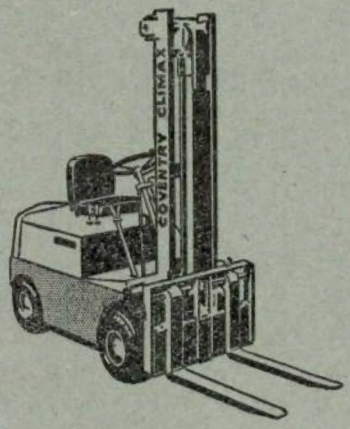
Capacidades de reboque
até 300 Ton

COLES

GUINDASTES MÓVEIS

Capacidades até 60 Ton





Coventry Climax

EMPILHADORES

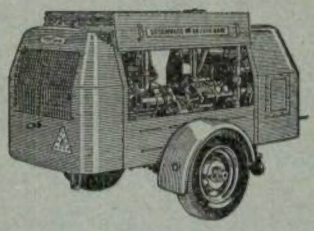
ELÉCTRICOS DIESEL GASOLINA

Capacidades até 3 Ton

"BROOMWADE"

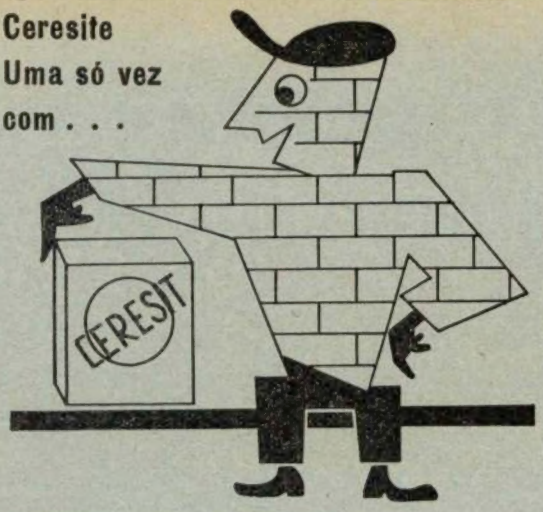
COMPRESSORES

PORTÁTEIS E FIXOS
ROTATIVOS E ALTERNATIVOS
E FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS



GUEDES & ALMEIDA, LDA. + R. S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 25080 + LISBOA 2

Ceresite
Uma só vez
com . . .



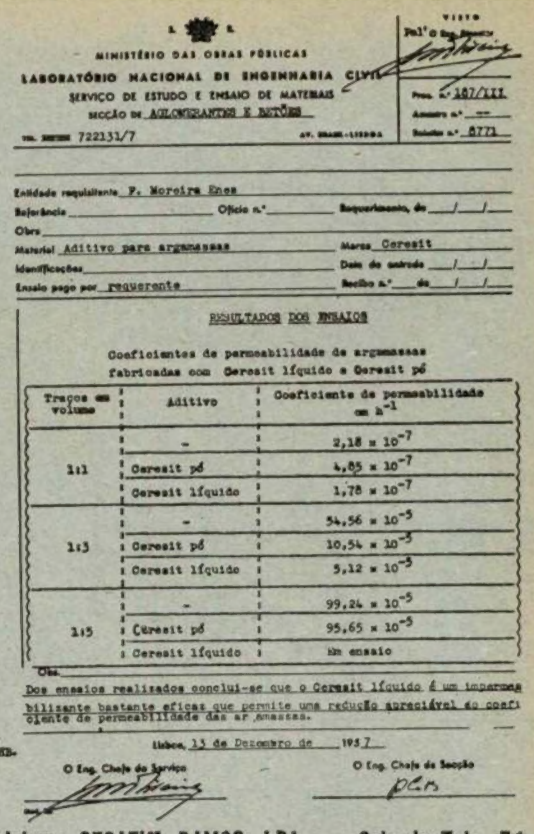
Um produto alemão da W. B. W.

Há mais de 50 anos **CERESIT** tem criado tradições em todo o mundo.

Custo do **CERESIT** por m² de reboco com 1 cm:

CERESIT líquido 150 gr . . . 2$20
CERESIT pó 80 gr . . . 1$80

Porto: F. MOREIRA ENES — R. Passos Manuel, 40



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
SERVIÇO DE ESTUDO E ENSAIO DE MATERIAIS
SECÇÃO DE AGLOMERANTES E BETÕES
TEL. 722131/7 AV. BRASIL - LISBOA

VISTO
Pel'o Eng. Director

Proc. n.º 187/III
Amostra n.º —
Boletim n.º 6771

Entidade requisitante F. Moreira Enes
Repartição _____ Ofício n.º _____ Requerimento, de __/__/__
Obra _____
Material Aditivo para argamassas Marca Ceresit
Identificações _____ Data de entrada __/__/__
Ensaio pago por requerente Recibo n.º ___ de __/__/__

RESULTADOS DOS ENSAIOS

Coeficientes de permeabilidade de argamassas fabricadas com Ceresit líquido e Ceresit pó

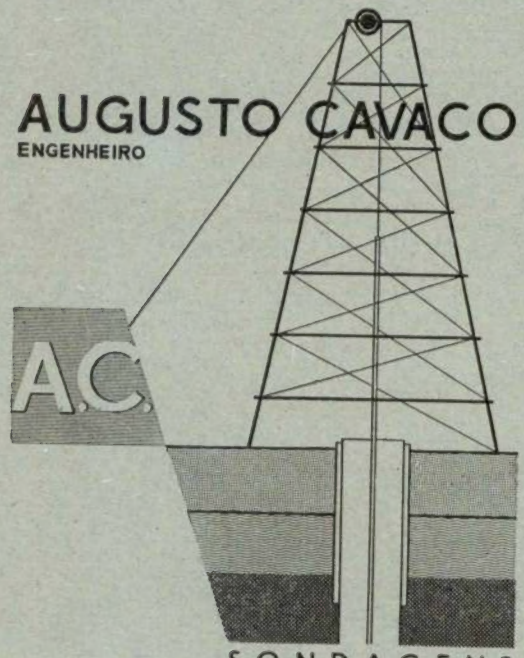
Traços em volume	Aditivo	Coeficiente de permeabilidade em h^{-1}
1:1	-	$2,18 \times 10^{-7}$
	Ceresit pó	$4,85 \times 10^{-7}$
	Ceresit líquido	$1,78 \times 10^{-7}$
1:3	-	$54,56 \times 10^{-5}$
	Ceresit pó	$10,54 \times 10^{-5}$
	Ceresit líquido	$5,12 \times 10^{-5}$
1:5	-	$99,24 \times 10^{-5}$
	Ceresit pó	$95,65 \times 10^{-5}$
	Ceresit líquido	Sem ensaio

Obs.
Dos ensaios realizados conclui-se que o Ceresit líquido é um impermeabilizante bastante eficaz que permite uma redução apreciável do coeficiente de permeabilidade das argamassas.

Lisboa, 13 de Dezembro de 1957

O Eng. Chefe do Serviço — O Eng. Chefe da Secção

Lisboa: SERAFIM RAMOS, LDA. — Cais do Tojo, 71



SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA, 62 · LISBOA · TELEF. 53873

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

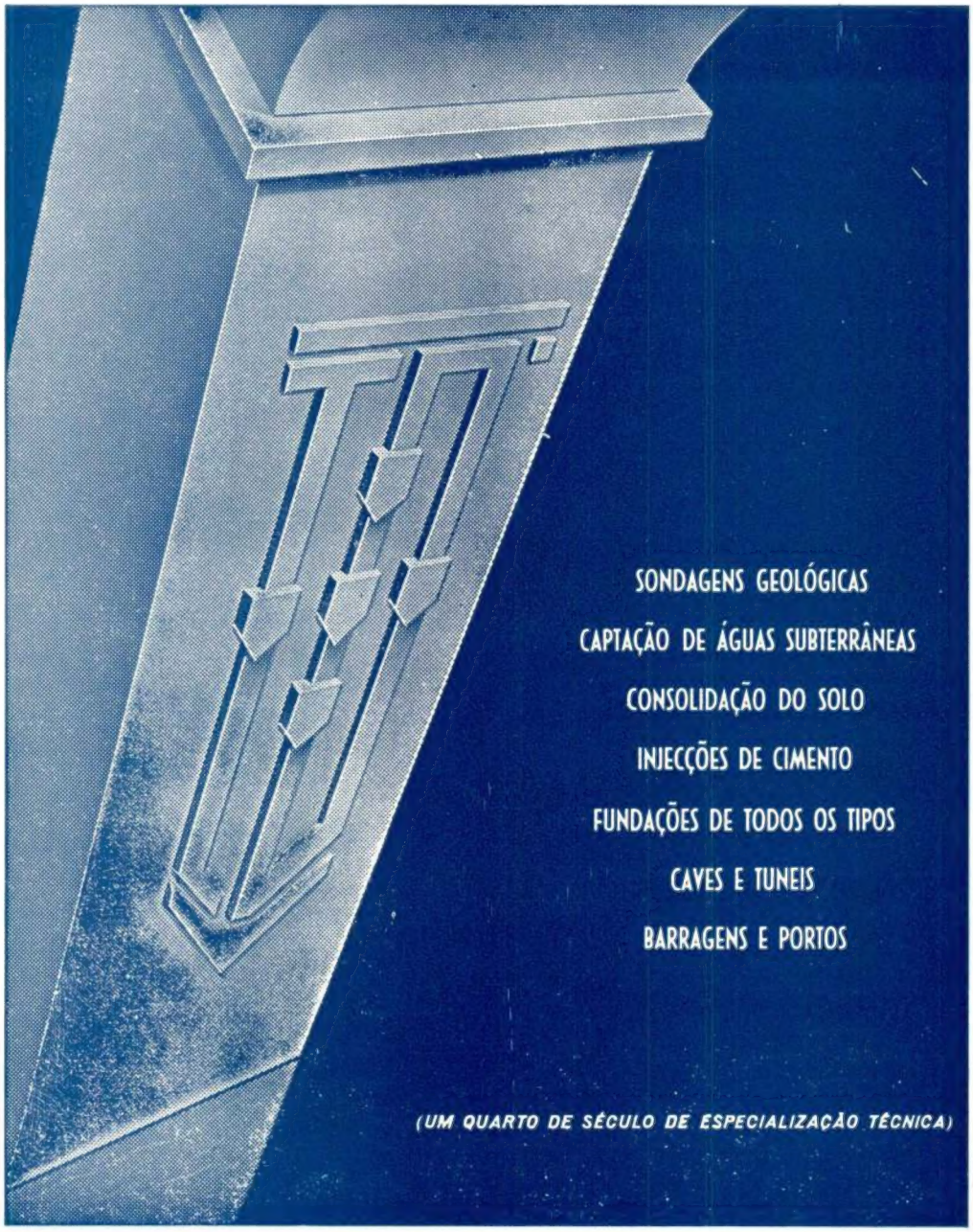
ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

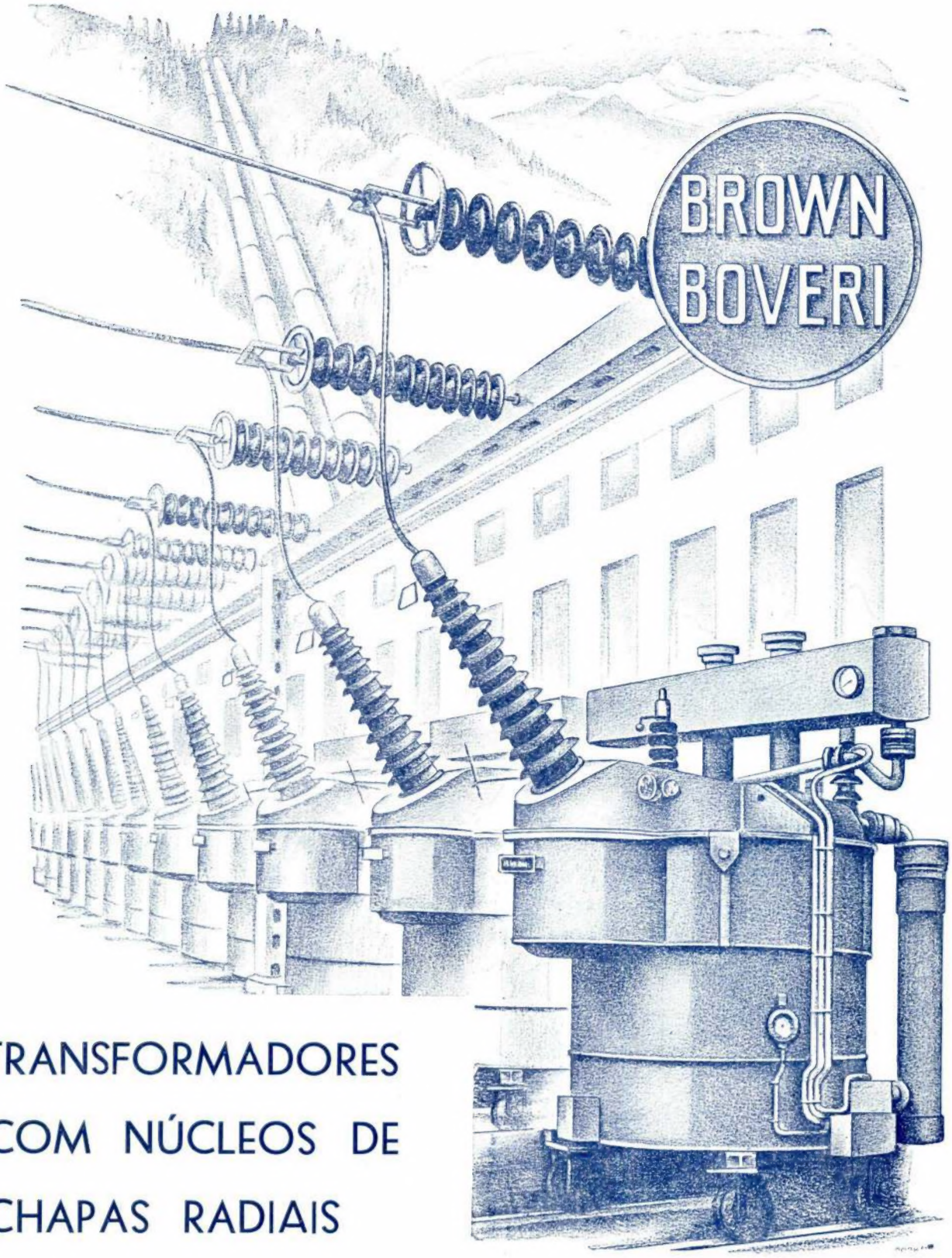
Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA





TRANSFORMADORES COM NÚCLEOS DE CHAPAS RADIAIS

Monofásicos e trifásicos para tensões até 400 kV e todas as potências atravessantes até 600 MVA. Estes transformadores caracterizam-se pelo bom comportamento às ondas de choque e reduzida altura. São económicos e deram com sucesso excelentes provas práticas.

SOCIEDADE DE ELECTRICIDADE BROWN BOVERI, LDA. PORTO